



Attorney's Docket No.: 460-010342-US(PAR)

PATENT #5

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Ari HOURUNRANTA

Group No.:

Serial No.: 09/849,803

Filed: 5/04/01

Examiner:

For: METHOD FOR DETECTING ERRORS IN VIDEO INFORMATION

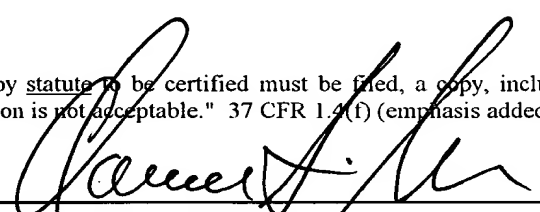
Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland  
Application Number : 20001059  
Filing Date : 5 May 2000

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

  
SIGNATURE OF ATTORNEY  
Clarence A. Green

Reg. No.: 24,622

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

Customer No.: 2512

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION (37 CFR 1.8a)

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below, being:

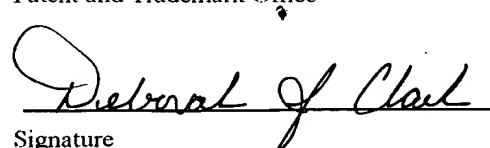
MAILING

☒ deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231

Date: 7/2/01

FACSIMILE

☐ transmitted by facsimile to the Patent and Trademark Office

  
Signature

DEBORAH J. CLARK  
(type or print name of person certifying)

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 19.3.2001



ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Espoo

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20001059

Tekemispäivä  
Filing date

05.05.2000

Kansainvälinen luokka  
International class

H04N

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä virheiden havaitsemiseksi videoinformaatiosta"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kallä  
Tutkimussihteeri

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

L 1

1

## Menetelmä virheiden havaitsemiseksi videoinformaatista

Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osassa esitettyyn menetelmään virheiden havaitsemiseksi videoinformaatista. Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu myös oheisen patenttivaatimuksen 18 johdanto-osassa esitettyyn tiedonsiirtojärjestelmään. Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu lisäksi oheisen patenttivaatimuksen 35 johdanto-osassa esitettyyn päätelaitteeseen. Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu vielä oheisen patenttivaatimuksen 38 johdanto-osassa esitettyyn dekooderiin. Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu vielä oheisen patenttivaatimuksen 40 johdanto-osassa esitettyyn tallennusvälineeseen.

Eräs telekommunikaation tavoitteista on aikaansaada järjestelmiä, joissa video-, audio- ja datainformaation välityksellä tarjotaan mahdollisimman hyvälaatuinen ja reaaliaikainen tiedonsiirto. On yleisesti tunnettua, että kuvien siirtämiseen tarvittava informaatiomäärä on huomattavasti suurempi kuin monissa muun tyyppisissä tiedonsiirroissa, kuten ääni- ja tekstitiedonsiirrossa, jolloin toistaiseksi videosignaalien välitys alhaisen bittinopeuden päätteisiin ei ole ollut käytännössä järkevää. Informaation siirto digitaalisessa muodossa on kuitenkin tarjonnut mahdollisuuden parantaa signaali/kohinasuhdetta ja nostaa informaation välityskapasiteettia tiedonsiirtokanavassa. Tällä hetkellä mm. kannettaviin päätelaitteisiin, kuten langattomiin puhelimiin, ollaan kehittämässä suuremman tiedonsiirtonopeuden palveluita, jolloin myös videon välitys tällaiseen kannettavaan päätelaitteeseen tulee järkeväksi.

Tiedonsiirtokanavan käytön optimoimiseksi signaalit yleisesti kompressoituaan ennen lähetystä. Tämä on erityisen tärkeää videoinformaation lähetyksessä, jossa siirrettävän informaation määrä on suuri. Toisaalta kuitenkin kompressoitu videosignaali on altis tiedonsiirtovirheille mm. siitä syystä, että videosignaalin kompressoimiseen käytetään yleisesti vaihtelevanpituisia koodeja. Tällöin, mikäli bittivirhe muuttaa koodisanan joksikin toiseksi erimittaiseksi koodisanaksi, dekooderi menettää synkronoinnin ja voi dekodata virheellisesti seuraavat virheettömätkin lohkot väärin niin kauan, kunnes seuraava synkronointikoodi on saatu virheettömästi vastaanotettua.

Siirtovirheistä johtuvan kuvan laadun heikkenemisen vähentämiseksi voidaan dekodausvaiheessa käyttää virheen tunnistusta ja/tai virheen korjausta, uudelleen lähetystä, ja/tai vastaanotetun virheellisen datan aiheuttamia häiriöitä voidaan yrittää peittää. Tavallisesti uudelleen-

5 lähetykset ovat järkevä tapa suojata tiedonsiirtoa virheiltä, mutta mikäli käytetään pientä tiedonsiirtonopeutta ja virheitä esiintyy suhteellisen paljon, ei käytännössä voida käyttää uudelleenlähetystä erityisesti videosovelluksissa. Virheen paljastus- ja korjausmenetelmät vaativat tavallisesti runsasta ylimääräisen informaation lähetystä, koska virheen

10 paljastus- ja korjausmenetelmät perustuvat redundanttisuuteen. Tällöin alhaisen bittinopeuden sovelluksissa virheiden peittely on eräs edullinen menetelmä siirtovirheiden vaikutuksen vähentämiseksi.

Jotta siirtovirheiden vaikutus voidaan peittää tai sitä voidaan vähentää, tulee virheet havaita ja paikallistaa. Mitä enemmän virheen sijainnista

15 saadaan selville, sitä paremmin virheen peittävät menetelmät voivat toimia, jolloin myös kuvan laatu on mahdollista saada paremmaksi. On erityisen tärkeää, että virheenpaljastusmenetelmät havaitsevat sellaiset virheet, jotka on silmällä helpommin havaittavissa.

Videosignaalin lähetys matkaviestinverkkojen kautta on mahdollista käyttämällä mm. GSM-matkaviestinjärjestelmiin kehitettyä nopeaa piirikytkentäistä yhteyttä (HSCSD, High Speed Circuit Switched Data) .

20 Lisäksi kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmät on suunniteltu siirtämään myös multimediainformaatiota, jolloin siirrettävä informaatio voi sisältää myös videosignaaleita. Tällaisissa tulevilla

25 matkaviestinjärjestelmissä tiedonsiirtonopeudet voivat olla samaa luokkaa kuin nykyisissä langallisissa tiedonsiirtojärjestelmissä (PSTN, Public Switched Telephone Network). Kuitenkin matkaviestinjärjestelmissä tiedonsiirtokanavat ovat alttiimpia häiriöille, jolloin siirtovirheiden määrä on suurempi kuin langallisissa

30 tiedonsiirtoverkoissa. Lisäksi matkaviestinverkoissa edestakainen viive (round-trip delay) on suurempi kuin langallisissa tiedonsiirtoverkoissa. Tämä edestakainen viive kuvaa sitä aikaa, joka kuluu uudelleenlähetyspyynnön lähettämisestä uudelleenlähetetyn kehyksen vastaanottamiseen. Uudelleenlähetyspyynnön lähettää virheellisen

35 kehyksen vastaanottanut päätelaite lähettävälle päätelaitteelle, joka lähettää virheellisesti vastaanotetun kehyksen uudelleen. Suuremmat

edestakaiset viiveet ja suurempi virhetodennäköisyys merkitsee käytännössä sitä, että uudelleenlähetystä ei voida soveltaa reaaliaikaisen videoinformaation lähetyksen yhteydessä, kun tiedonsiirtojärjestelmänä käytetään matkaviestinverkkoa. Tällöin tiedonsiirtojärjestelmät tulee suunnitella virhesietoisiksi.

Videosignaalin inter-koodaus on erittäin tehokas kompressointimenetelmä, koska se voi vähentää siirrettävän informaation määrän jopa 100:een osaan alkuperäisestä kompressoimattomasta informaatiosta. Inter-koodaus perustuu liikekompensointiin ja ennustevirhekoodaukseen. Olemassa olevissa videokoodausstandardeissa kuvia tyypillisesti käsitellään 8 x 8 pikselin lohkoissa. Neljä luminanssilohkoa (Y), ensimmäinen krominanssilohko (U) ja toinen krominanssilohko (V) muodostavat yhdessä makrolohkon. Luminanssi-informaatio on kuvan harmaasävyinformaatiota. Kuvan krominanssikomponentit esittävät värieroja ja kun krominanssikomponentit yhdistetään luminanssikomponentin kanssa, videodekooderi muodostaa värikuvan.

Liikekompensoinnilla tarkoitetaan menetelmää, jossa videodekooderi pyrkii havaitsemaan kuvan lohkoissa sellaisia lohkoja, joita vastaavat lohkot esiintyvät jo vertailukohtana käytettävässä aikaisemminkin koodatussa ja lähetetyssä kuvassa. Jos kooderi havaitsee sellaisen kuvalohkon tai kuvalohkot, jossa vastaavuus on erittäin suuri johonkin lohkon vertailukuvassa, kooderi muodostaa liikevektorin (Motion Vector, MV). Tämä liikevektori on suuntavektori, joka ilmaisee vastaanottimen dekooderille, mikä on näiden toisiaan vastaavien lohkojen sijaintiero kuvassa, eli mihin suuntaan tämän kyseisen lohkon vastinlohko on siirtynyt vaaka- ja pystysuunnassa aikaisempaan kuvaan nähden. Jos lohkot eivät täysin vastaa toisiaan, kooderi muodostaa lisäksi ennustevirhelohkon, jolloin dekooderi pystyy liikevektorin ja ennustevirhelohkon avulla muodostamaan alkuperäistä lohkoa olennaisesti vastaavan lohkon liikevektorin osoittamaan paikkaan. Ennustevirhelohko esittää pikselikohtaista eroa todellisen lohkon sisältämän pikseli-informaation ja liikevektorin avulla muodostettavan lohkon pikseli-informaation välillä. Tunnetun tekniikan mukaisissa videokoodausjärjestelmissä ennustevirhe kompressoidaan käyttämällä diskreettikosinimuunnosta (DCT, Discrete Cosine

Transform), kvantisointia ja vaihtelevan mittaisia koodeja (VLC, Variable Length Codes).

5 Kompressoitu videosignaali on herkkä virheille pääasiassa kahdesta  
syystä: videokoodaus perustuu ennustavaan differentiaalikoodauk-  
seen, ja informaatio-symbolit koodataan pääasiassa käyttämällä  
vaihtelevan mittaisia koodeja. Kompressoinnin ennustava luonne  
aiheuttaa sen, että virheet etenevät kuvassa sekä ajallisesti että kuvan  
alueelta toiselle. Tämä tarkoittaa sitä, että kun kuvassa esiintyy virhe,  
sen vaikutus on havaittavissa dekodatussa kuvassa suhteellisen  
10 pitkän ajan. Intra-koodaus estää virheiden etenemisen, koska intra-  
kuva muodostetaan pelkästään koodattavana olevan kuvan  
informaation perusteella. Intra-koodatun kuvan kompressiotaso on  
alhainen, joten intra-koodattujen kuvien määrä videosignaalisissa tulisi  
pitää mahdollisimman pienenä erityisesti alhaisen bittinopeuden  
15 tiedonsiirrossa. Vaihtelevan mittainen koodi on altis virheille, koska  
bittivirheet voivat muuttaa koodisanan toiseksi, jonka pituus ei  
välttämättä ole sama kuin alkuperäisen koodisanan pituus. Tällöin  
dekooderi ei pysy synkronoituneena bittivirtaan ja voi dekodata myös  
virheettömät lohkot väärin.

20 MPEG-4 -kompressoinnissa on mahdollista käyttää kaksipuoleisia  
vaihtelevan mittaisia koodeja (RVLC, Reversible Variable Length  
Codes) ennustevirhelohkojen koodaamiseen. Kaksisuuntainen  
vaihtelevan mittainen koodi tarkoittaa sellaisia koodisanoja, jotka  
voidaan dekodata kumpaan suuntaan tahansa, kuten nuolet A1 ja A2  
25 oheisessa kuvassa 1 esittävät. Tämän ominaisuuden käyttämiseksi  
videoinformaatio jaetaan sopivimmin kolmeen eri osioon (partition),  
jolloin yksi osio käsittää RVLC-koodatut ennustevirhelohkot. Tämä osio  
kehystetään synkronointitavuilla ennen lähetystä. Tällöin takaperoinen  
dekoodaus on käyttökelpoinen, mikäli virhe tai virheet esiintyvät  
30 tällaisen osion keskivaiheilla. Tällaisessa tilanteessa dekooderi voi  
etsiä seuraavan synkronointisanan osion lopun selvittämiseksi ja de-  
kodata tämän jälkeen virheellisen osion lopun. Sen sijaan, mikäli koo-  
daus suoritettaisiin tämän kolmannen osion alusta alkaen käyttämällä  
standardeja (yksisuuntaisia) vaihtelevan mittaisia koodisanoja, täytyisi  
35 virhekohdan jälkeinen osa tätä kolmatta osiota hylätä, vaikka se olisi  
virheetön. Edellä kuvattua tilannetta esittää oheinen kuva 1, jossa

yhteen osioon 1 tulleita tiedonsiirtovirheitä on esitetty viitteellä 2. Ongelmana tässä kaksisuuntaisen vaihtelevan mittaisen koodauksen käytössä on mm. se, että virheet tulisi voida paikallistaa tarkasti, jotta takaperoista dekodaukseen voitaisiin käyttää järkevästi.

- 5 On kehitetty joitakin menetelmiä, kuten olemattomien koodisanojen tunnistus, siirtovirheiden havaitsemiseksi vaihtelevan mittaisten koodisanojen mukaisessa koodauksessa. Kehitetyt menetelmät eivät kuitenkaan ole riittävän luotettavia, koska ne eivät havaitse kaikkia virheitä. Lisäksi nämä menetelmät havaitsevat virheet yleensä liian myöhään, käytännössä vasta sen jälkeen, kun muutamia virheellisesti vastaanotettuja lohkoja on jo dekodattu. On ehdotettu, että tällaisessa tilanteessa dekooderi siirtyy virheen havaittuaan muutaman makrolohkon verran takaisinpäin olettaen siis, että virhe on havaittu liian myöhään. Tässä järjestelyssä on kuitenkin mm. se epäkohta, että virhetömästäkin vastaanotettuja lohkoja voidaan hylätä ja toisaalta se, että dekooderi ei dekodauksessa siirry välttämättä riittävän pitkälle takaisinpäin.
- 10
- 15

- 20 Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaansaada menetelmä virhelen havaitsemiseksi videosignaalin ja videosignaalin siirtojärjestelmä, jossa virheiden havaitseminen on tunnettuun tekniikkaan nähden tehokkaampaa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle tiedonsiirtojärjestelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 18 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle päätelaitteelle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 35 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle dekooderille on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 38 tunnusmerkkiosassa.
- 25
- 30 Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle tallennusvälineelle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 40 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä oleva keksintö perustuu siihen ajatukseen, että videosignaalin välittämisessä käytetyn bittivirtauksen sijasta tutkitaan dekodattua videosignaalia, jolloin virhepäättelyssä käytetään edullisesti kahta oletusta: ennustevirhelohkon informaati-
- 35

tiomäärän tulisi olla suhteellisen pieni, ja että makrolohkon sisällä luminanssi- ja krominanssilohkojen tulisi korreloida keskenään.

Nyt esillä olevalla keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin menetelmiin ja tiedonsiirtojärjestelmiin verrattuna.

- 5 Keksinnön mukaisella menetelmällä siirtovirheet videosignaalissa voidaan havaita luotettavammin, jolloin myös virheiden vaikutusten peittäminen on helpompaa ja tehokkaampaa. Tällöin keksinnön mukainen menetelmä soveltuu erityisen hyvin käytettäväksi alhaisen bittinopeuden tiedonsiirtojärjestelmissä, joissa uudelleenlähetyistä ei voida järkevästi käyttää.
- 10

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viitaten samalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 esittää kaksisuuntaisen vaihtelevan mittaisen koodin dekodauksista siirtovirhetilanteessa,

- 15 kuva 2 pelkistettynä lohkokaaavana videokoodauksen ja dekodauksen perusvaiheita,

kuva 3 erästä esimerkkiä videokuvan lohkorakenteesta,

kuva 4 esittää pelkistettynä lohkokaaavana inter-koodatun makrolohkon dekodauksista,

- 20 kuva 5 esittää erästä yksityiskohtaa kuvan 4 mukaisesta dekodauksesta,

kuva 6 esittää erästä toista yksityiskohtaa kuvan 4 mukaisesta dekodauksesta,

- 25 kuva 7 esittää erästä esimerkkiä korreloivista luminanssi- ja krominanssilohkoista,

kuva 8 esittää erästä esimerkkiä korreloimattomista luminanssi- ja krominanssilohkoista,



kuva 9 esittää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista tiedonsiirtojärjestelmää,

kuva 10 esittää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista langatonta päätelaitetta, ja

5 kuva 11 esittää keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaista makrolohkon tarkastusvaihetta.

Kuva 2 esittää pelkistettynä lohkokaaaviona videokoodauksen ja dekodauksen perusvaiheita ja on alan asiantuntijan sinänsä tuntemaa tekniikkaa. Digitaalinen kuva muodostetaan ottamalla näytteitä ja kvantisoimalla analoginen kuvainformaatio, minkä jälkeen digitaalinen kuva muunnetaan jatkuvaksi bittivirraksi. Videosekvenssi muodostetaan useista peräkkäisistä digitaalisista kuvista. Digitaalinen signaali mahdollistaa kehittyneiden digitaalisten signaalinkäsittelytyökalujen käytön, joilla saavutetaan nopeampi ja tehokkaampi tiedonsiirto. Viime aikoina on kehitetty joitakin kuvakoodausalgoritmeja, joilla voidaan vähentää digitaalisen kuvan esittämisessä tarvittavien bittien määrää ja vastaavasti voidaan vähentää digitaalisten kuvien siirrossa tarvittavaa bittinopeutta. Digitaalinen kuva 3 jaetaan 4 pieniin lohkoihin, jotka käsittävät tietyn määrän pikseleitä (esimerkiksi yksi lohko käsittää 8 x 8 piksellä). Tyypillisesti ainakin osa videosekvenssin peräkkäisistä kuvista koodataan käyttämällä liikekompensoitua inter-koodausta, jolloin liikekompensointiin liittyvää informaatiota välitetään liikevektoreina, ja mahdollista ennustevirheinformaatiota välitetään ennustevirhelohkoissa. Kunkin ennustevirhelohkon sisältämä data muunnetaan paikka-taajuustasoon käyttämällä diskreettikosinimuunnosta 5. Muodostettu DCT-matriisi kvantisoidaan 6 ja kvantisoitu signaali koodataan käyttämällä vaihtelevan mittaisten koodisanojen taulukkoa 7. Tiedonsiirtokanavaan ei siis lähetetä kvantisoitua signaalia, vaan signaalin informaation ja esim. koodaustaulukon (ei esitetty) tai vastaavan perusteella valittuja koodisanoja. Koodattu signaali lähetetään vastaanottimeen. Vastaanottopäässä suoritetaan käänteiset vaiheet 8, 9 ja 10 käänteisessä järjestyksessä kuvan rekonstruoimiseksi.

5 Digitaalisen kuvan resoluution määrää kuvamatriisissa käytettyjen pikseleiden lukumäärä. Näytteistämällä luminanssikomponentti (Y) ja kaksi krominanssikomponenttia (U, V) 8 bitin tarkkuudella voidaan aikaansaada  $2^{24} \approx 16$  milj. väreä. Ihmissilmä on herkempi luminanssi-informaatiolle kuin krominanssi-informaatiolle, joten tavallisesti krominanssikomponentit alinäytteistetään. Tällöin jokaista neljää luminanssilohkoa kohden käytetään edullisesti kahta krominanssilohkoa. Kuten oheisessa kuvassa 3 on esitetty, neljän luminanssilohkon ja kahden krominanssilohkon joukko muodostaa makrolohkon 11 ja esimerkiksi

10 ITU-T H.261 suosituksen mukainen kuva 13 käsittää kaksitoista lohko-ryhmää 12, jotka on muodostettu  $3 \times 11$  makrolohkosta. Vastaavia ryhmittelyjärjestelyjä käytetään muissa koodausstandardeissa.

15 Kuvataan seuraavaksi kuvassa 4 esitetyn keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen videodekooderin 49 (kuva 10) dekodauksilmukan toimintaa inter-koodattujen makrolohkojen dekodaukseksi ja mahdollisten virheiden havaitsemiseksi. Videosignaali voi olla mitä tahansa kuvasignaalia, joka on lähetysvaiheessa jaettu lohkoihin ja jossa on käytetty inter-koodausta. Videosignaalilähteenä voi olla videokamera, videonauhoitin, digitaalikuvakamera,

20 muistivälineisiin tallennettu videosekvenssi, jne.

25 Dekooderissa 49 videosignaalille suoritetaan vaihtelevan mittaiselle koodaukselle käänteinen dekodaus, jolloin vastaanotetusta signaalista etsitään sallittuja koodisanoja. Koodisanat on edullisesti tallennettu dekoderin 49 muistivälineisiin taulukoksi (ei esitetty), tai muulla sinänsä tunnetulla tavalla. Videodekooderiin tallennetusta taulukosta etsitään näitä koodisanoja vastaava bittikuvio.

30 Videosignaalla käsitellään dekoderissa 49 ennustevirhelohkoittain, eli luminanssiennustevirhelohko ja kaksi krominanssiennustevirhelohkoa. Sen sijaan on oletettu, että liikevektoritieto on sama kaikille näille lohkoille, kuten nykyisin käytössä olevissa videokoodausstandardeissa liikevektorit ovat samat makrolohkon jokaiselle lohkolle. Yleisesti nyt esillä olevan keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa myös tilanteissa, joissa makrolohkon jokaiselle lohkolle on muodostettu oma liikevektori.

Inter-koodatun makrolohkon liikevektori ja kukin ennustevirhelohko syötetään videodekooderin 49 sisäänmenoon IN sopivimmin siinä järjestyksessä kun ne on lähetetty. Seuraavassa oletetaan, että liikevektori johdetaan dekodeeriin 49 ensin ja sen jälkeen luminanssi- ja krominanssiennustevirhelohkot, mutta on selvää, että informaatio voidaan syöttää myös muussa järjestyksessä dekodeeriin 49. Sen jälkeen, kun koko makrolohkon liikevektorin koodisanat on dekoodattu 14, suoritetaan liikekompensointi liikekompensointilohkossa 15. Tässä vaiheessa siis etsitään muistista aikaisemmin dekoodatun ja tallennetun kuvan osan, johon liikevektori osoittaa, luminanssi- ja krominanssi-informaatio. Tällöin tämän makrolohkon informaationa käytetään tätä aikaisemmin dekoodattua makrolohkoa korjattuna mahdollisilla ennustevirheillä.

Kukin ennustevirhelohko syötetään myös dekodeeriin 49. Ennustevirhelohkolle suoritetaan koodisanojen dekoodaus vastaavasti kuin edellä liikevektorin dekoodauksen yhteydessä on kuvattu. Tämän jälkeen ennustevirhelohko dekvantisoidaan dekvantisointilohkossa 16 ja dekvantisoidulle ennustevirhelohkolle suoritetaan käänteinen DCT-muunnos käänteis-DCT-muuntimessa 17. Tämän jälkeen ennustevirhelohkosta dekoodattu informaatio summataan liikekompensoidun lohkon sisältämän, kulloinkin käsiteltävänä olevaa ennustevirhelohkoa vastaavan informaation kanssa, jolloin saadaan muodostettua alkuperäistä makrolohkon sisältöä vastaava informaatio, mikäli siirtovirheitä ei ollut vastaanotetussa liikekompensointi-informaatiossa eikä ennustevirhelohkoissa. Todettakoon kuitenkin se, että kvantisointi, dekvantisointi, DCT-muunnos ja käänteinen DCT-muunnos aiheuttavat kuvaan jonkin verran epätarkkuuksia, joten alkuperäinen kuva ja dekoodattu kuva eivät virheettömän siirron tilanteessakaan ole täysin identtisiä.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä suoritetaan ennustevirhelohkoille lohkotarkastus 18 koodisanojen dekoodauksen ja käänteisen DCT-muunnoksen jälkeen. Tätä lohkotarkastusta 18 on yksityiskohtaisemmin esitetty kuvan 5 vuokaaviossa. Lohkotarkastuksessa lasketaan 19 sekä luminanssikomponentin kunkin lohkon että molempien krominanssiennustevirhelohkojen ennustevirhelohkon pikseli-

informaation itseisarvojen summa tai muu etumerkitön summa, kuten pikseliarvojen neliöiden summa. Nämä summat on esitetty viitteellä  $SAD_Y$  luminanssiennustevirhelohkoille,  $SAD_U$  ensimmäiselle krominanssiennustevirhelohkolle ja  $SAD_V$  toiselle krominanssiennustevirhelohkolle. Kuvassa 5 alaindeksi i ilmaisee, että tutkittavana oleva ennustevirhelohko voi olla luminanssiennustevirhelohko Y, ensimmäinen krominanssiennustevirhelohko U, tai toinen krominanssiennustevirhelohko V. Itseisarvojen tai muiden etumerkittömien arvojen käyttö on tarpeen, koska pikseliarvot voivat olla myös negatiivisia.

Summan laskemisen jälkeen laskettua summaa  $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$  verrataan 20 ensimmäiseen arvoalueeseen R1. Mikäli summa on ensimmäisen arvoalueen R1 ulkopuolella, tehdään päätös 58 siitä, että kyseinen ennustevirhelohko on virheellisesti vastaanotettu. Virheellistä lohkoa ei sellaisenaan käytetä, vaan pyritään suorittamaan virheen korjaus, tai mikäli se ei ole mahdollista, virheen peitto. Virheellisiin lohkoihin merkitään edullisesti tieto virheestä, jolloin sellaiset lohkot, joissa virhetieto on asetettu, voidaan johtaa virheenkorjauslohkoon (ei esitetty) tai vastaavaan. Jos virhettä ei havaita, suoritetaan tälle komponentille lasketun summan  $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$  tallennus 21 muistiin.

Mainittu ensimmäinen arvoalue R1 voidaan määritellä esim. siten, että sallittu arvoalue on välillä 0—TH1, missä TH1 merkitsee ensimmäistä kynnysarvoa. Tällöin ei sallittu alue on tätä ensimmäistä kynnysarvoa TH1 suuremmat arvot. On selvää, että edellä esitetty sallitun ja ei sallitun arvoalueen määrittäminen on vain eräs edullinen esimerkki, mutta nämä alueet voidaan määrittää muullakin tavalla. Lisäksi on selvää, että vaikka edellä esitettyssä suoritusmuodossa sekä luminanssikomponentilla että krominanssikomponenteilla käytettiin samaa ensimmäistä arvoaluetta R1, voidaan esim. krominanssikomponenteille määrittää ensimmäisestä arvoalueesta R1 poikkeava arvoalue,

Mikäli vertailu 20 osoitti, että kyseinen ennustevirhelohko on virheetön, tallennetaan 22 tämän ennustevirhelohkon pikseliarvot muistiin.

Tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuissa ennustevirhelohkoa ei jatkovaiheissa yleensä tarvita, mutta nyt esillä olevan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä muistiin tallennus on tarpeen, että lisätarkastuksia voidaan suorittaa.

5 Seuraavassa vaiheessa tutkitaan 24, onko koko makrolohkon sisältämä informaatio vastaanotettu. Mikäli koko makrolohkoa, esim. kaikkia ennustevirhelohkoja, ei vielä ole vastaanotettu, toiminta palaa takaisin dekodaukseen lohkon 14.

10 Edellä esitetyssä suoritusmuodossa ennustevirhelohkon tarkastus 18 suoritettiin olennaisesti välittömästi sen jälkeen kun yksi ennustevirhelohko on vastaanotettu. Kuvaan 4 on merkitty viitteellä 18' ennustevirhelohkon tarkastukselle vaihtoehtoinen sijoituskohta. Tässä vaihtoehdossa vastaanotetaan ensin kaikki ennustevirhelohkot Y, U, V

15 tutkittavana olevasta makrolohkosta ja vasta sen jälkeen suoritetaan ennustevirhelohkojen tarkastus edullisesti kuvan 5 vuokaavion mukaisesti.

Sen jälkeen kun koko makrolohko on vastaanotettu, rekonstruoidaan 25 käsiteltävänä olevaa makrolohkoa vastaava osa dekodattavana olevasta kuvasta.

20 Sellaisessa tilanteessa, missä siirrettävä informaatio on jaettu osiin, liikevektorin informaatio ja eri ennustevirhelohkojen informaatio on lähetetty eri osissa. Tällöin makrolohkon esittämää kuvan osaa ei voida rekonstruoida ennen kuin kaikki tarvittava informaatio on vastaanotettu.

25 Vaikka edellä kuvatussa menetelmässä suoritettiin ennustevirhelohkojen tarkastus ennen kuvan rekonstruointia, on selvää, että tarkastus voidaan suorittaa kunkin ennustevirhelohkoille Y, U, V myös vasta kuvan rekonstruoinnin jälkeen.

30 Sen jälkeen, kun koko makrolohko on vastaanotettu ja muunnettu kuvamuotoon, suoritetaan makrolohkon tarkastusvaihe 26, 26'. Tätä keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaista makrolohkon tarkastusvaihetta 26 on yksityiskohtaisemmin esitetty kuvan 6 vuokaaviossa. Vastaavasti keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaista makrolohkon tarkastusvaihetta 26' on yksityiskohtaisemmin

esitetty kuvan 11 vuokaaviossa. Keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaisessa makrolohkon tarkastusvaiheessa 26 haetaan 27 tallennettu ensimmäisen krominanssiennustevirhelohkon arvojen itseisarvoista laskettu summa  $SAD_U$ , jota verrataan 28 toiseen

5 arvoalueeseen R2. Tyypillisesti tämä toinen arvoalue R2 on pienempi kuin ensimmäinen arvoalue R1. Mikäli itseisarvojen summa  $SAD_U$  on toisen arvoalueen R2 ulkopuolella, lasketaan seuraavaksi ensimmäisen krominanssiennustevirhelohkon arvojen itseisarvoista lasketun summan  $SAD_U$  ja luminanssiennustevirhelohkon arvojen

10 itseisarvoista lasketun summan  $SAD_Y$  erotus 29. Laskettua erotusta verrataan 30 kolmanteen arvoalueeseen R3. Mikäli erotus on tämän kolmannen arvoalueen R3 ulkopuolella, oletetaan, että kyseessä on virheellisesti vastaanotettu makrolohko, jolloin tämä makrolohko merkitään virheelliseksi. Mikäli kuitenkin

15 krominanssiennustevirhelohkon itseisarvojen summa on toisen arvoalueen R2 sisäpuolella tai mainittu itseisarvojen summien erotus on tämän kolmannen arvoalueen R3 sisäpuolella, haetaan 31 tallennettu toisen krominanssiennustevirhelohkon itseisarvojen summa  $SAD_V$ , ja suoritetaan vielä vertailu 32 toisen krominanssikomponentin

20 itseisarvojen summan  $SAD_V$  ja toisen arvoalueen R2 välillä. Mikäli tämä toisen krominanssiennustevirhelohkon itseisarvojen summa  $SAD_V$  on tämän toisen arvoalueen R2 ulkopuolella, lasketaan toisen krominanssiennustevirhelohkon arvojen itseisarvoista lasketun summan  $SAD_V$  ja luminanssiennustevirhelohkon arvojen itseisarvoista

25 lasketun summan  $SAD_Y$  erotus 33. Tätä erotusta verrataan 34 kolmanteen arvoalueeseen R3 ja mikäli erotus on tämän kolmannen arvoalueen R3 ulkopuolella, merkitään makrolohko virheellisesti vastaanotetuksi 58. Sen sijaan, mikäli vertailut 28, 32 osoittivat, että sekä ensimmäisen krominanssiennustevirhelohkon arvojen

30 itseisarvojen summa ja toisen krominanssiennustevirhelohkon arvojen itseisarvojen summa on toisen arvoalueen R2 sisäpuolella, voidaan olettaa, että krominanssiennustevirhelohkoissa U, V ei ole ilmeisiä virheitä. Mikäli luminanssiennustevirhelohkon Y ja krominanssiennustevirhelohkojen U, V erotukset ovat kolmannen

35 arvoalueen R3 sisäpuolella, voidaan olettaa, että ne korreloivat keskenään. Edellä esitetyllä menetelmällä virheettömästi vastaanotetuksi tulkitut lohkot siirretään dekooderin lähtöön OUT. Ne lohkot, joissa on havaittu virheitä, voidaan merkitä virheellisiksi ja nämä

lohkot edullisesti välitetään virheenkorjaus/virheenpeittotoimenpiteitä suorittavaan lohkoon (ei esitetty). Edellä esitettyjä dekoodaus- ja virheenpaljastusvaiheita toistetaan kuvasignaalin kullekin makrolohkolle.

- 5 Myös edellä mainitut toinen arvoalue R2 ja kolmas arvoalue R3 voidaan määritellä edullisesti vastaavasti kuin ensimmäinen arvoalue R1, esim. määrittämällä toinen arvoalue toisella kynnysarvolla TH2 ja määrittämällä kolmas arvoalue kolmannella kynnysarvolla TH3, jolloin keksinnön eräässä edullisessa suoritusmuodossa virheet voidaan  
10 havaita, kun vertailuarvo ylittää vastaavan kynnysarvon TH2, TH3.

- Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä voidaan virheitä yrittää etsiä suorittamalla vertailuja luminanssi- ja krominanssiennustevirhelohkojen välillä pikseleittäin. Kuvassa 11 tätä on esitetty pelkistettynä lohkokaaavana. Koska vertailu tehdään  
15 pikseleittäin ennustevirhelohkon luminanssiennustevirhelohkon Y ja ensimmäisen krominanssiennustevirhelohkon U, ja toisaalta luminanssiennustevirhelohkon Y ja toisen krominanssiennustevirhelohkon U välillä, yksi krominanssiennustevirhelohkon U, V pikseli vastaa neljää  
20 luminanssiennustevirhelohkon U pikseliä, mikä on otettava huomioon vertailussa. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi ylinäytteistämällä krominanssiennustevirhelohkon U, V pikselit, tai alinäytteistämällä luminanssiennustevirhelohkon Y pikselit.  
Luminanssiennustevirhelohkon Y pikseleiden alinäytteistys voidaan  
25 suorittaa esim. siten, että lasketaan neljän luminanssiennustevirhelohkon Y vastinpikseleiden arvojen keskiarvo, jota myöhemmässä vaiheessa verrataan krominanssilohkon U, V vastaavan pikselin arvoon (itseisarvoon). Tätä yli/alinäytteistystä on kuvan 11 vuokaaviossa merkitty viitteellä 51, 51'. Kuvaan 11 on tämä  
30 yli/alinäytteistyslohko 51, 51' merkitty kahteen vaihtoehtoiseen kohtaan, jolloin käytännön sovelluksissa käytetään sopivimmin viitteellä 51 merkittyä sijaintia, mutta myös toista vaihtoehtoista sijaintia 51' voidaan käyttää. Ennustevirhelohkot suodatetaan 52 kynnystämällä tai ylipäästösuodattamalla, jotta vain merkittäviä ennustevirhelohkon  
35 pikseleitä tai niitä reunustavia pikseleitä tarkastellaan. Ennustevirhelohkojen pikseleiden arvot otetaan huomioon edullisesti

itseisarvoina tai neliöityinä. Ennustevirhelohkossa mahdollisesti olevien virheiden paikallistamiseksi käytetään laskuria, joka tutkimisen aluksi asetetaan 53 edullisesti arvoon 0. Saatuja kynnystettyjä tai suodatettuja luminanssiennustevirhelohkoa Y ja ensimmäistä krominanssiennustevirhelohkoa U verrataan 54 toisiinsa pikseli pikseliltä ja vastaavasti luminanssiennustevirhelohkoa Y ja toista krominanssiennustevirhelohkoa V verrataan 54 toisiinsa pikseli pikseliltä. Jos krominanssiennustevirhelohkossa on merkittävän suuri arvo (kynnysarvon ylittänyt/ylipäästösuodatuksen läpäissyt arvo), mutta luminanssiennustevirhelohkossa ei ole vastaavassa paikassa merkittävän suurta arvoa, kasvatetaan 55 laskuria. Jos taas luminanssiennustevirhelohkossa on merkittävän suuri arvo mutta krominanssiennustevirhelohkossa ei ole, laskuria ei edullisesti kasvateta, koska on yleistä että luminanssiennustevirhelohkossa on enemmän suurempia arvoja kuin krominanssiennustevirhelohkoissa. Laskuria ei myöskään kasvateta jos kummassakaan krominanssiennustevirhelohkossa ei ole merkittävän suurta arvoa, tai jos kummassakin krominanssiennustevirhelohkossa on merkittävän suuri arvo samalla kohtaa. Kun näin on käyty koko lohkon kaikki pikselit läpi, verrataan 56 saatua laskuriarvoa ennalta määrättyyn neljanteen arvoalueeseen R4 ja jos laskuriarvo on neljännen arvoalueen R4 ulkopuolella, lohko merkitään virheelliseksi 58 ja dekodaus voidaan lopettaa tämän lohkon osalta. Neljäs arvoalue R4 osoittaa siis luminanssiennustevirhelohkon ja krominanssiennustevirhelohkojen vastinpikseleiden välisten merkittävien erojen lukumäärälle suurinta hyväksyttävää arvoa. Jos laskuriarvo on neljännen arvoalueen R4 sisäpuolella, tutkitaan 57, onko kaikki tutkittavana olevan makrolohkon ennustevirhelohkot käsitelty. Jos kaikkia ei vielä ole käsitelty, toiminta palaa takaisin lohkoon 53. Sen jälkeen kun kaikki ennustevirhelohkot on käsitelty, poistutaan makrolohkojen tarkastusvaiheesta.

Oheisessa kuvassa 7 on esitetty erästä esimerkkitulannetta, jossa luminanssi- ja krominanssiennustevirhelohkot korreloivat voimakkaasti ja vastaavasti kuvassa 8 on esitetty erästä esimerkkitulannetta, jossa nämä lohkot eivät merkittävässä määrin korreloi. Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan luminanssi- ja krominanssiennustevirhelohkojen arvojen erotuksen perusteella päätellä se, onko kyseisen makrolohkon



siirrossa dekooderiin tullut siirtovirheitä tai, mikäli kuva on rekonstruoitu tallennetuista näytteistä, voidaan keksinnön mukaisella menetelmällä paljastaa myös mahdolliset tallennusvirheet varmemmin kuin tunnetun tekniikan mukaisilla menetelmillä.

- 5 Keksinnön mukaisessa menetelmässä tutkitaan siis rekonstruoitua kuvaa, jolloin inter-koodattujen makrolohkojen informaation määrää verrataan kynnysarvoihin TH1, TH2, TH3. Mikäli makrolohkot sisältävät suhteellisen paljon informaatiota, oletetaan, että informaatio on ainakin osittain virheellistä. Tämä perustuu siihen oletukseen, että inter-
- 10 koodauksen sijasta on kannattavampaa käyttää intra-koodausta, jos inter-koodauksella saavutettava siirrettävän informaation määrän pieneneminen on vähäistä intra-koodaukseen verrattuna.

- 15 Kuvassa 9 on esitetty vielä eräs edullinen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa keksintöä voidaan soveltaa. Tiedonsiirtojärjestelmä käsittää edullisesti kaksi tai useampia videopäätelaitetta 35, 36 tai vastaavaa video-
- 20 ominaisuuksilla varustettua laitetta. Videopäätelaitteet 35, 36 on järjestettävissä tiedonsiirtoyhteyteen keskenään tiedonsiirtoverkon 37, kuten matkaviestinverkon välityksellä, jolloin ainakin osa tiedonsiirtokanavaa on muodostettu radiolinkin avulla. Esimerkiksi ensimmäisessä videopäätelaitteessa 35 muodostetaan kuvainformaatiota kameralla 38. Kuva muunnetaan digitaaliseen muotoon, koodataan ja moduloidaan tiedonsiirtoverkkoon 37 lähetettäväksi signaaliksi. Tiedonsiirtoverkon 37 kautta signaali
- 25 siirretään toiseen videopäätelaitteeseen 36, jossa suoritetaan vastaanotetun signaalin demodulointi, dekodaus, virheen paljastus ja mahdollinen virheenkorjaus tai peittäminen. Tämän jälkeen kuvainformaatio voidaan esittää näyttölaitteella 39. On selvää, että kuvainformaation lisäksi tiedonsiirtojärjestelmässä voidaan siirtää muutakin informaatiota, kuten ääntä, tekstiä, jne.

- 30 Kuvassa 10 on esitetty pelkistettynä lohkokaaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukainen videopäätelaite 35, 36. Videopäätelaite 35, 36 käsittää edullisesti ainakin radio-osan 40, joka yleisesti käsittää lähetysvälineet mm. kanavakoodauksen, lomituksen, salauksen, moduloinnin ja radiolähteyksen suorittamiseksi, sekä
- 35 vastaanottovälineet mm. radiovastaanoton, demoduloinnin, salauksen

- purkamisen, lomituksen poistamisen ja kanavadekoodauksen suorittamiseksi. Lisäksi radio-osa 40 käsittää duplex-suodattimen ja antennin. Vastaanotettu bittivirta johdetaan multipleksointi/demultipleksointilohkoon 41. Multipleksointiprotokolla yhdistää lähetettävät video-, audio-, data- ja ohjausbittivirrat yhdeksi bittivirraksi, ja vastaavasti erottaa vastaanotetusta bittivirrasta video-, audio-, data- ja ohjausbittivirrat omiksi bittivirroikseen. Ohjauslohkon 42 ohjausprotokolla 43 suorittaa päätelaitteen toiminnassa tarvittavaa signalointia mm. tiedonsiirtoverkon kanssa. Dataprotokollat 44 tukevat datasovelluksia 51. Audiokooderikoodaa I/O-laitteilta 46 tuleva audiosignaali lähetystä varten ja dekodaa vastaanotetut koodatut audiosignaali. Videokooderikoodaa videokooderin 48 ja videodekooderin 49. Videodekooderi 48 suorittaa lähetettävän videosignaalin kompressoinnin ja koodauksen. Videodekooderi 49 suorittaa vastaanotetun videosignaalin dekodauksen, dekompressoinnin ja virheenpaljastus- ja virheenkorjaustoimenpiteitä ja/tai virheenpeittotoimenpiteitä. Päätelaitteessa 35, 36 edellä kuvatun menetelmän suorittamisessa tarvittavat toimenpiteet voidaan toteuttaa mm. videodekooderissa 49 sekä ohjauslohkon 42 sovellusohjelmistossa. Ohjauslohko 42 käsittää ainakin yhden suorittimen ja/tai digitaalisen signaalinkäsittely-yksikön. Lisäksi videopäätelaite 35, 36 käsittää muistivälineet 50 ohjelmien sekä datan tallentamiseen.
- 25 Keksinnön mukainen menetelmä voidaan toteuttaa ainakin osittain myös ohjelmallisesti, jolloin menetelmän vaiheet on ohjelmoitu ohjelmakoodiksi. Tällaista ohjelmakoodia voidaan suorittaa edullisesti ohjauslohkossa 42. Ohjelman tallennukseen voidaan käyttää jotakin tallennusvälinettä (ei esitetty), kuten tietolevykettä, ohjelmoitavaa muistia, jne.
- 30 On selvää, että nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

L 2

17

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä virheiden havaitsemiseksi kuvasignaalista, jossa menetelmässä kuvasignaali muodostetaan jakamalla kuva lohkoihin, ja suoritetaan koodausvaihe, jossa käytetään ainakin ennustavaa koodausta inter-koodattujen lohkojen muodostamiseksi, joissa on ainakin yksi ennustevirhelohko, **tunnettu** siitä, että menetelmässä suoritetaan dekodausvaihe (14, 16, 17), jossa suoritetaan lohkon dekodaus ennustevirhelohkon sisältämän informaation selvittämiseksi, ja tutkitaan ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämää informaatiota virheiden havaitsemiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä suoritetaan ainakin seuraavat vaiheet:

- ensimmäinen laskentavaihe (19), jossa muodostetaan ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämän informaation perusteella ensimmäinen vertailuluku ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), ja

- ensimmäinen vertailuvaihe (22), jossa verrataan ensimmäisessä laskentavaiheessa laskettua ensimmäistä vertailulukua ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) tiettyyn ensimmäiseen arvoalueeseen (R1), jolloin ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) ollessa mainitun ensimmäisen arvoalueen (R1) ulkopuolella, merkitään tutkittavana oleva inter-koodattu lohko virheelliseksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä lohkoista muodostetaan makrolohkoja.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, jossa inter-koodattu makrolohko käsittää ainakin yhden luminanssiennustevirhelohkon (Y), **tunnettu** siitä, että mainitun ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) laskennassa käytetään luminanssiennustevirhelohkoa (Y).

5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, jossa inter-koodattu makrolohko käsittää ainakin yhden krominanssiennustevirhelohkon (U, V), **tunnettu** siitä, että mainitun

ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) laskennassa käytetään krominanssiennustevirhelohkoa (U, V).

5 6. Patenttivaatimuksen 3, 4 tai 5 mukainen menetelmä, jossa inter-koodattu makrolohko käsittää ainakin yhden luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja ainakin yhden krominanssiennustevirhelohkon (U, V), **tunnettu** siitä, että mikäli ensimmäinen vertailuluku ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) on mainitun ensimmäisen arvoalueen (R1) sisäpuolella, menetelmässä suoritetaan lisäksi:

10 - toinen laskentavaihe (25), jossa määritetään kulloinkin tutkittavana olevan inter-koodatun makrolohkon krominanssiennustevirhelohkon (U, V) perusteella toinen vertailuluku ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), ja

15 - toinen vertailuvaihe (26), jossa verrataan toista vertailulukua ( $SAD_U$ ) tiettyyn toiseen arvoalueeseen (R2), jolloin toisen vertailuluvun ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) ollessa mainitun toisen arvoalueen (R2) ulkopuolella,

20 i) suoritetaan tutkittavana olevan makrolohkon luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja krominanssiennustevirhelohkon (U, V) perusteella laskettavan erotuksen (27) vertailu (28) tiettyyn kolmanteen arvoalueeseen (R3), jolloin mikäli erotus on mainitun kolmannen arvoalueen (R3) ulkopuolella, merkitään tutkittavana oleva inter-koodattu makrolohko virheelliseksi  
25 (58).

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin mainitun krominanssiennustevirhelohkon (U, V) perusteella laskettu mainittu ensimmäinen vertailuluku ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) tallennetaan.

30 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, jossa inter-koodattu makrolohko käsittää ainakin yhden luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja ainakin yhden krominanssiennustevirhelohkon (U, V), **tunnettu**

siitä, että mikäli ensimmäinen vertailuluku ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) on mainitun ensimmäisen arvoalueen (R1) sisäpuolella, menetelmässä lisäksi:

5 - käytetään mainittua tallennettua ensimmäistä vertailulukua ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) toisena vertailulukuna ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), ja

- suoritetaan toinen vertailuvaihe (26), jossa verrataan mainittua toista vertailulukua ( $SAD_U$ ) tiettyyn toiseen arvoalueeseen (R2), jolloin toisen vertailuluvun ( $SAD_U$ ,  $SAD_Y$ ) ollessa mainitun toisen arvoalueen (R2) ulkopuolella,

10 i) suoritetaan tutkittavana olevan makrolohkon luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja krominanssiennustevirhelohkon (U, V) perusteella laskettavan erotuksen (27) vertailu (28) tiettyyn kolmanteen arvoalueeseen (R3), jolloin mikäli erotus on mainitun  
15 kolmannen arvoalueen (R3) ulkopuolella, merkitään tutkittavana oleva inter-koodattu makrolohko virheelliseksi (58).

20 9. Patenttivaatimuksen 6, 7 tai 8 mukainen menetelmä, jossa ennustevirhelohko muodostetaan joukosta pikseleitä, **tunnettu** siitä, että mainituille ennustevirhelohkoille suoritetaan suodatus (52) tiettyä vertailuarvoa suurempien luminanssi- ja krominanssiennustevirhelohkon pikseliarvojen selvittämiseksi, ja että menetelmässä suoritetaan lisäksi etsintävaihe, jossa etsitään sellaiset ennustevirhelohkon pikselit, joissa luminanssiennustevirhelohkon  
25 pikseliarvo on olennaisesti pienempi kuin mainittu kynnysarvo, ja krominanssiennustevirhelohkon pikseliarvo on olennaisesti mainittua kynnysarvoa suurempi, jolloin mikäli etsintävaiheessa löydettyjen, ehdot täyttävien pikseleiden lukumäärä on tietyn neljännän arvoalueen (R4) ulkopuolella, merkitään ennustevirhelohko virheelliseksi.

30 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että suodatus (52) suoritetaan kynnystämällä ennustevirhelohkojen (Y, U, V) arvot.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että suodatus (52) suoritetaan ylipäästösuodattamalla ennustevirhelohkojen (Y, U, V) arvot.
- 5 12. Patenttivaatimuksen 9, 10 tai 11 mukainen menetelmä, jossa muodostetaan useampia luminanssiennustevirhelohkoja (Y) kuin krominanssiennustevirhelohkoja (U, V), **tunnettu** siitä, että ennustevirhelohkon luminanssiennustevirhelohkoille (Y) suoritetaan alinäytteistys.
- 10 13. Patenttivaatimuksen 9, 10 tai 11 mukainen menetelmä, jossa muodostetaan useampia luminanssiennustevirhelohkoja (Y) kuin krominanssiennustevirhelohkoja (U, V), **tunnettu** siitä, että ennustevirhelohkon krominanssiennustevirhelohkoille (U, V) suoritetaan ylinäytteistys.
- 15 14. Jonkin patenttivaatimuksen 1—13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lohkojen koodauksessa käytetään vaihtelevan mittaisia koodisanoja.
- 20 15. Jonkin patenttivaatimuksen 1—14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lohkojen koodauksessa suoritetaan koodatulle informaatiolle diskreetti kosinimuunnos (5), jolloin rekonstruointivaiheessa suoritetaan käänteinen diskreetti kosinimuunnos (17).
16. Jonkin patenttivaatimuksen 1—15 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvasignaali muodostetaan videosignaalista.
- 25 17. Jonkin patenttivaatimuksen 1—16 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvainformaatiota siirretään ensimmäisestä päätelaitteesta (35) toiseen päätelaitteeseen (36), jolloin koodausvaihe suoritetaan mainitussa ensimmäisessä päätelaitteessa (35), ja mainitut dekodausvaihe, laskentavaiheet, ja vertailuvaiheet suoritetaan mainitussa toisessa päätelaitteessa (36).
- 30 18. Tiedonsiirtojärjestelmä, joka käsittää välineet kuvasignaalin muodostamiseksi kuvasta, välineet kuvan jakamiseksi lohkoihin, ja

5 koodausvälineet (5, 6, 7) ainakin ennustavan koodauksen suorittamiseksi ja ainakin inter-koodattujen lohkojen muodostamiseksi, jotka käsittävät ainakin ennustevirhelohkon, **tunnettu** siitä, että tiedonsiirtojärjestelmä käsittää lisäksi dekodeausvälineet (49) lohkon dekodeamiseksi ja ennustevirhelohkon sisältämän informaation selvittämiseksi, ja välineet (18, 18', 26, 26', 42) ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämän informaation tutkimiseksi virheiden havaitsemiseksi.

10 19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi:

- välineet (42) ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämän informaation perusteella ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) muodostamiseksi, ja

15 - ensimmäiset vertailuvälineet (42) mainitun ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) vertaamiseksi tiettyyn ensimmäiseen arvoalueeseen (R1), jolloin ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) ollessa mainitun ensimmäisen arvoalueen (R1) ulkopuolella, tutkittavana oleva inter-koodattu lohko on järjestetty merkittäväksi virheelliseksi.

20 20. Patenttivaatimuksen 18 tai 20 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet makrolohkojen muodostamiseksi mainituista lohkoista.

25 21. Patenttivaatimuksen 18, 20 tai 20 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa kuvasignaali käsittää ainakin yhden luminanssiennustevirhelohkon (Y), **tunnettu** siitä, että mainitun ensimmäisen vertailuluvun laskennassa käytetään luminanssiennustevirhelohkoa (Y).

30 22. Patenttivaatimuksen 18, 20, 20 tai 21 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa kuvasignaali käsittää ainakin yhden krominanssiennustevirhelohkon (Y), **tunnettu** siitä, että mainitun ensimmäisen vertailuluvun laskennassa käytetään krominanssiennustevirhelohkoa (Y).

23. Jonkin patenttivaatimuksen 18—22 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa kuvasignaali käsittää ainakin luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja ainakin yhden krominanssiennustevirhelohkon (U, V), **tunnettu** siitä, että  
5 tiedonsiirtojärjestelmä käsittää lisäksi:

- välineet (42) kulloinkin tutkittavana olevan inter-koodatun lohkon krominanssiennustevirhelohkon (U, V) perusteella toisen vertailuluvun ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) määrittämiseksi, ja
- 10 - välineet (42) toisen vertailuluvun ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) vertaamiseksi tiettyyn toiseen arvoalueeseen (R2), ja
- 15 - välineet (42) tutkittavana olevan lohkon luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja krominanssiennustevirhelohkon (U, V) erotuksen (27) vertailemiseksi (28) tiettyyn kolmanteen arvoalueeseen (R3), jolloin mikäli erotus on mainitun kolmannen arvoalueen (R3) ulkopuolella, tutkittavana oleva inter-koodattu lohko on järjestetty merkittäväksi virheelliseksi (58).

24. Patenttivaatimuksen 22 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa ennustevirhelohko on muodostettu joukosta pikseleitä, **tunnettu**  
20 siitä, että tiedonsiirtojärjestelmä käsittää lisäksi ainakin välineet (50) mainitun krominanssiennustevirhelohkon (U, V) perusteella lasketun mainitun ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) tallentamiseksi.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa kuvasignaali käsittää ainakin luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja ainakin yhden krominanssiennustevirhelohkon (U, V), **tunnettu**  
siltä, että mainittua tallennettua ensimmäistä vertailulukua ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) on järjestetty käytettäväksi toisena vertailulukuna ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), ja että tiedonsiirtojärjestelmä käsittää lisäksi:

- 30 - välineet (42) toisen vertailuluvun ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) vertaamiseksi tiettyyn toiseen arvoalueeseen (R2), ja



5 - välineet (42) tutkittavana olevan lohkon  
luminanssiennustevirhelohkon (Y) ja  
krominanssiennustevirhelohkon (U, V) erotuksen (27)  
vertailemiseksi (28) tiettyyn kolmanteen arvoalueeseen (R3),  
jolloin mikäli erotus on mainitun kolmannen arvoalueen (R3)  
ulkopuolella, tutkittavana oleva inter-koodattu lohko on järjestetty  
merkittäväksi virheelliseksi (58).

10 26. Jonkin patenttivaatimuksen 21—25 mukainen  
tiedonsiirtojärjestelmä, jossa ennustevirhelohko on muodostettu  
joukosta pikseleitä, **tunnettu** siitä, että tiedonsiirtojärjestelmä käsittää  
lisäksi suodatusvälineet suodatuksen (52) suorittamiseksi mainituille  
ennustevirhelohkoille tiettyä vertailuarvoa suurempien luminanssi- ja  
krominanssiennustevirhelohkon pikseliarvojen selvittämiseksi,  
15 etsintävälineet sellaisten ennustevirhelohkon pikseleiden etsimiseksi,  
joissa luminanssiennustevirhelohkon pikseliarvo on olennaisesti  
pienempi kuin mainittu kynnyсарvo, ja vain yhden  
krominanssiennustevirhelohkon pikseliarvo on olennaisesti mainittua  
kynnyсарvoa suurempi, jolloin mikäli etsintävaiheessa löydettyjen,  
20 ehdot täyttävien pikseleiden lukumäärä on tietyn neljänneksen arvoalueen  
(R4) ulkopuolella, ennustevirhelohko on järjestetty merkittäväksi  
virheelliseksi.

27. Patenttivaatimuksen 24 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä,  
**tunnettu** siitä, että suodatus (52) on suoritettu kynnystämällä  
ennustevirhelohkojen (Y, U, V) arvot.

25 28. Patenttivaatimuksen 24 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä,  
**tunnettu** siitä, että suodatus (52) on suoritettu alipäästösuo­dattamalla  
ennustevirhelohkojen (Y, U, V) arvot.

30 29. Patenttivaatimuksen 24, 27 tai 28 mukainen  
tiedonsiirtojärjestelmä, jossa kuvasignaali käsittää useampia  
luminanssiennustevirhelohkoja (Y) kuin  
krominanssiennustevirhelohkoja (U, V), **tunnettu** siitä, että  
ennustevirhelohkon luminanssiennustevirhelohkoille (Y) on suoritettu  
alinäytteistys.

30. Patenttivaatimuksen 24, 27 tai 28 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, jossa kuvasignaali käsittää useampia luminanssiennustevirhelohkoja (Y) kuin krominanssiennustevirhelohkoja (U, V), **tunnettu** siitä, että  
5 ennustevirhelohkon krominanssiennustevirhelohkoille (U, V) on suoritettu ylinäytteistys.

31. Jonkin patenttivaatimuksen 18—30 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lohkojen koodauksessa on käytetty vaihtelevan mittaisia koodisanoja.

10 32. Jonkin patenttivaatimuksen 18—31 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet (5) diskreettikosinimuunnoksen (5) suorittamiseksi, ja välineet käänteisen diskreettikosinimuunnoksen (17) suorittamiseksi.

15 33. Jonkin patenttivaatimuksen 18—32 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että kuvasignaali on muodostettu videosignaalista.

20 34. Jonkin patenttivaatimuksen 18—33 mukainen tiedonsiirtojärjestelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet kuvainformaation siirtämiseksi ensimmäisestä päätelaitteesta (35) toiseen päätelaitteeseen (36), jolloin ensimmäisestä päätelaitteesta (35) käsittää koodausvälineet (47), ja mainittu toinen päätelaite (36) käsittää mainitut dekodausvälineet (49), välineet (42) mainittujen vertailulukujen ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) määrittämiseksi, ja välineet (42) mainittujen vertailulukujen ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) vertaamiseksi  
25 mainittuihin kynnsarvoihin (TH1, TH2, TH3).

30 35. Päätelaite (35, 36), joka käsittää välineet kuvasignaalin vastaanottamiseksi, joka kuvasignaali on muodostettu kuvasta, joka on jaettu lohkoihin, ja joille on suoritettu ainakin ennustava koodaus interkoodattujen lohkojen muodostamiseksi, jotka käsittävät ainakin ennustevirhelohkon, **tunnettu** siitä, että päätelaite käsittää lisäksi dekodausvälineet (49) lohkon dekoodaamiseksi ja ennustevirhelohkon sisältämän informaation selvittämiseksi, ja

välineet (18, 18', 26, 26', 42) ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämän informaation tutkimiseksi virheiden havaitsemiseksi.

5 36. Patenttivaatimuksen 35 mukainen päätelaite, **tunnettu** siitä, että päätelaite (35, 36) käsittää lisäksi välineet kuvan rekonstruointimiseksi, jotka käsittävät:

- dekodausvälineet (14, 15, 16, 17) lohkojen dekodaaamiseksi,

10 - välineet (42) kulloinkin tutkittavana olevan inter-koodatun lohkon sisältämän kuvainformaation perusteella ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) määrittämiseksi, ja jossa ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) muodostuksessa on käytetty mainittua ennustevirhelohkoa, ja

15 - ensimmäiset vertailuvälineet (42) mainitun ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) vertaamiseksi tiettyyn ensimmäiseen arvoalueeseen ( $R1$ ), jolloin ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) ollessa mainitun ensimmäisen arvoalueen ( $R1$ ) ulkopuolella, tutkittavana oleva inter-koodattu lohko on järjestetty merkittäväksi virheelliseksi.

20 37. Patenttivaatimuksen 35 tai 36 mukainen päätelaite, **tunnettu** siitä, että se on langaton päätelaite.

25 38. Dekooderi (48) kuvasignaalin dekodaaamiseksi, joka kuvasignaali on muodostettu kuvasta, joka on jaettu lohkoihin, ja joille on suoritettu ainakin ennustava koodaus inter-koodattujen lohkojen muodostamiseksi, jotka käsittävät ainakin ennustevirhelohkon, **tunnettu** siitä, että dekoderi käsittää lisäksi dekodausvälineet (49) lohkon dekodaaamiseksi ja ennustevirhelohkon sisältämän informaation selvittämiseksi, ja välineet (18, 18', 26, 26', 42) ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämän informaation tutkimiseksi virheiden havaitsemiseksi.

39. Patenttivaatimuksen 38 mukainen dekooderi, **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi välineet kuvan rekonstruointimiseksi, jotka käsittävät:

- 5                   - dekodausvälineet (14, 15, 16, 17)                   lohkojen dekodaukseksi,
- 10                  - välineet (42) kulloinkin tutkittavana olevan inter-koodatun lohkon sisältämän kuvainformaation perusteella ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) määrittämiseksi, ja jossa ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) muodostuksessa on käytetty mainittua ennustevirhelohkoa, ja
- 15                  - ensimmäiset vertailuvälineet (42) mainitun ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) vertaamiseksi tiettyyn ensimmäiseen arvoalueeseen (R1), jolloin ensimmäisen vertailuluvun ( $SAD_Y$ ) ollessa mainitun ensimmäisen arvoalueen (R1) ulkopuolella, tutkittavana oleva inter-koodattu lohko on järjestetty merkittäväksi virheelliseksi.

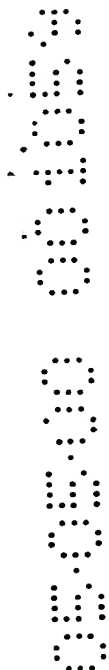
40. Tallennusväline ohjelman tallentamiseksi, joka ohjelma käsittää koneella suoritettavia askeleita virheiden havaitsemiseksi kuvasignaalista, joka kuvasignaali on muodostettu jakamalla kuva
- 20                  lohkoihin, ja suoritettu koodausvaihe, jossa on käytetty ainakin ennustavaa koodausta inter-koodattujen lohkojen muodostamiseksi, joissa on ainakin yksi ennustevirhelohko, **tunnettu** siitä, että ohjelma käsittää lisäksi koneella suoritettavia askeleita dekodausvaiheen (14, 16, 17) suorittamiseksi, jossa suoritetaan lohkon dekodaus
- 25                  ennustevirhelohkon sisältämän informaation selvittämiseksi, ja tutkitaan ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämää informaatiota virheiden havaitsemiseksi.

L3

(57) Tiivistelmä:

Keksintö kohdistuu menetelmään virheiden havaitsemiseksi kuvasignaalista. Menetelmässä kuvasignaali muodostetaan jakamalla kuva lohkoihin, ja suoritetaan koodausvaihe, jossa käytetään ainakin ennustavaa koodausta inter-koodattujen lohkojen muodostamiseksi, joissa on ainakin yksi ennustevirhelohko. Menetelmässä suoritetaan dekodausvaihe (14, 16, 17), jossa suoritetaan lohkon dekodaus ennustevirhelohkon sisältämän informaation selvittämiseksi. Lisäksi menetelmässä tutkitaan ainakin yhden ennustevirhelohkon sisältämää informaatiota virheiden havaitsemiseksi.

Fig. 4



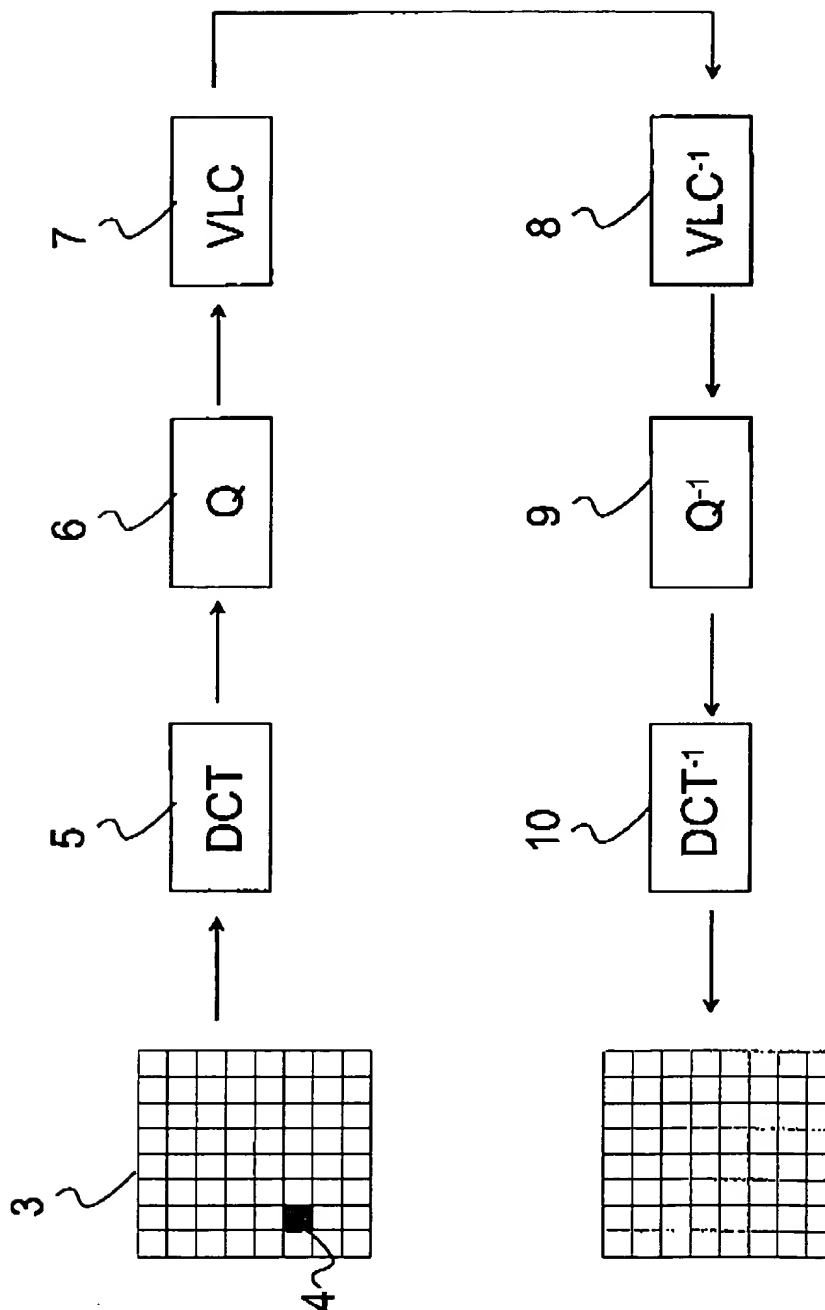


Fig. 2

L 4

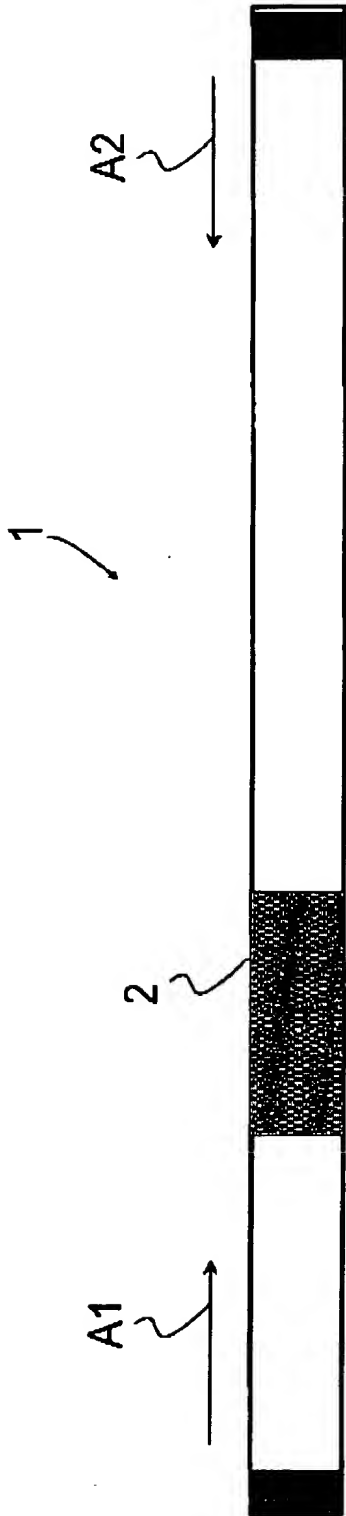


Fig. 1

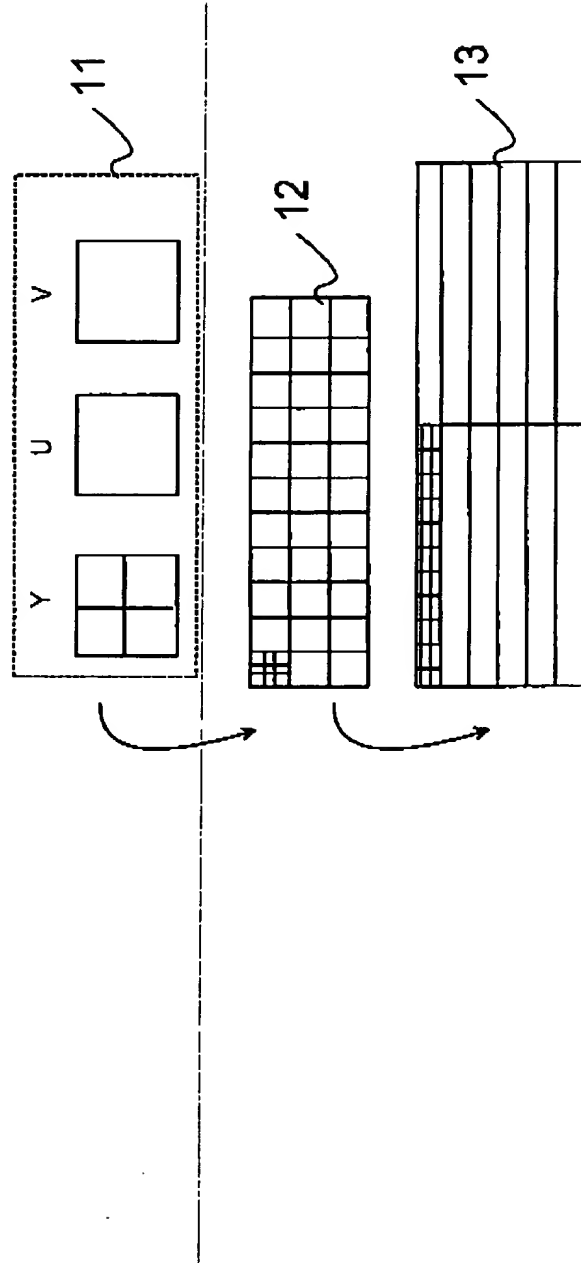


Fig. 3

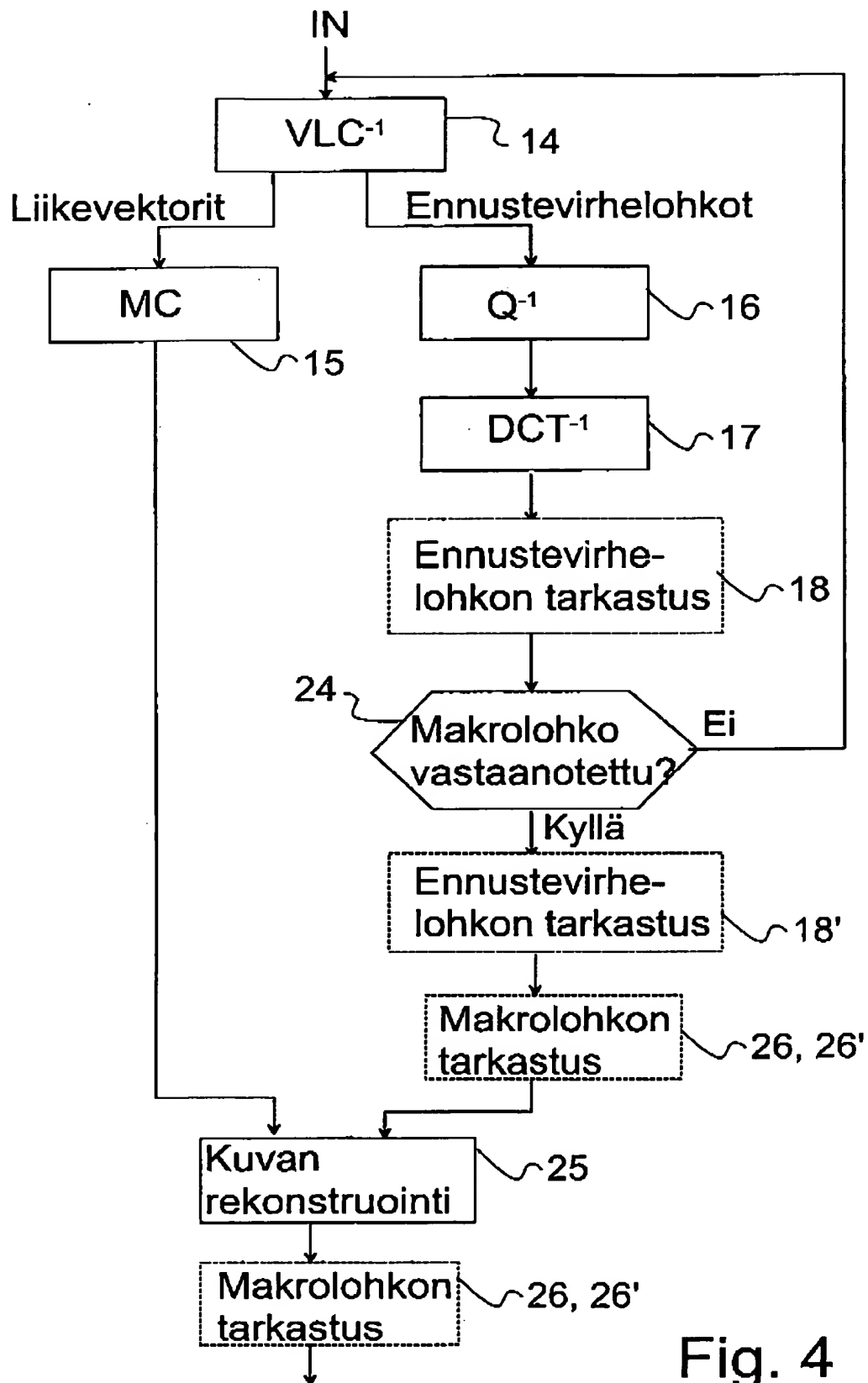
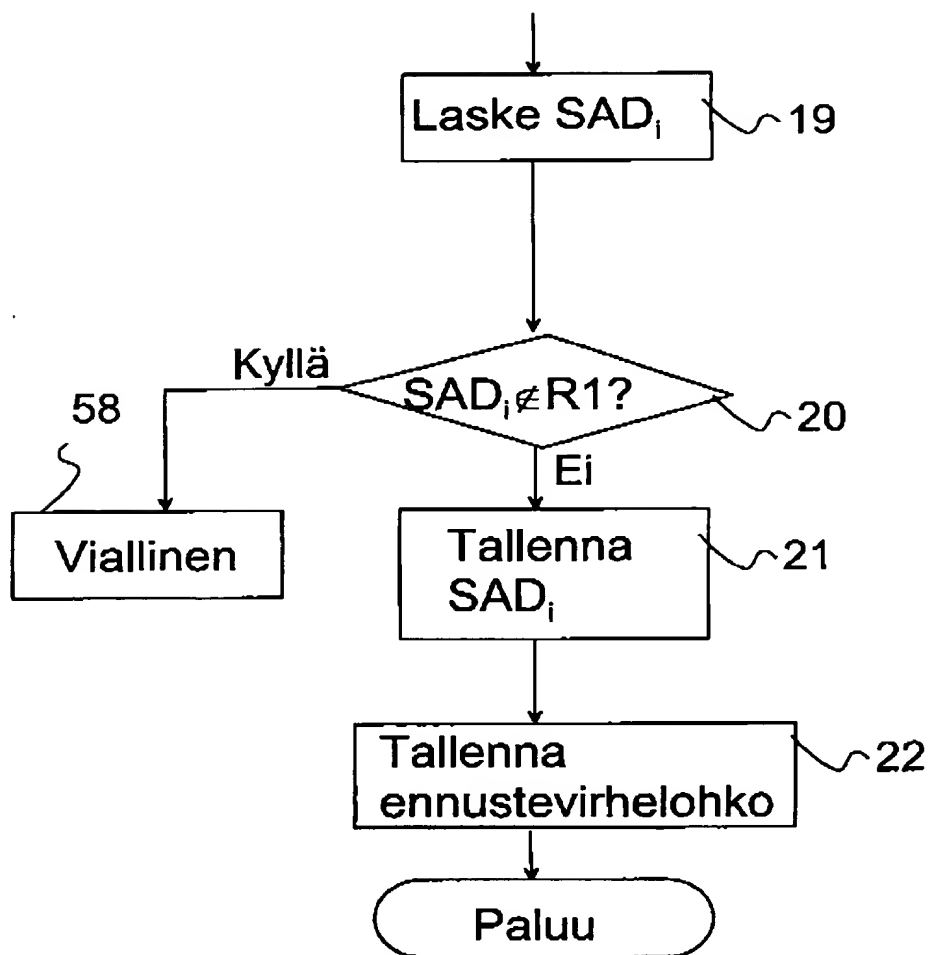


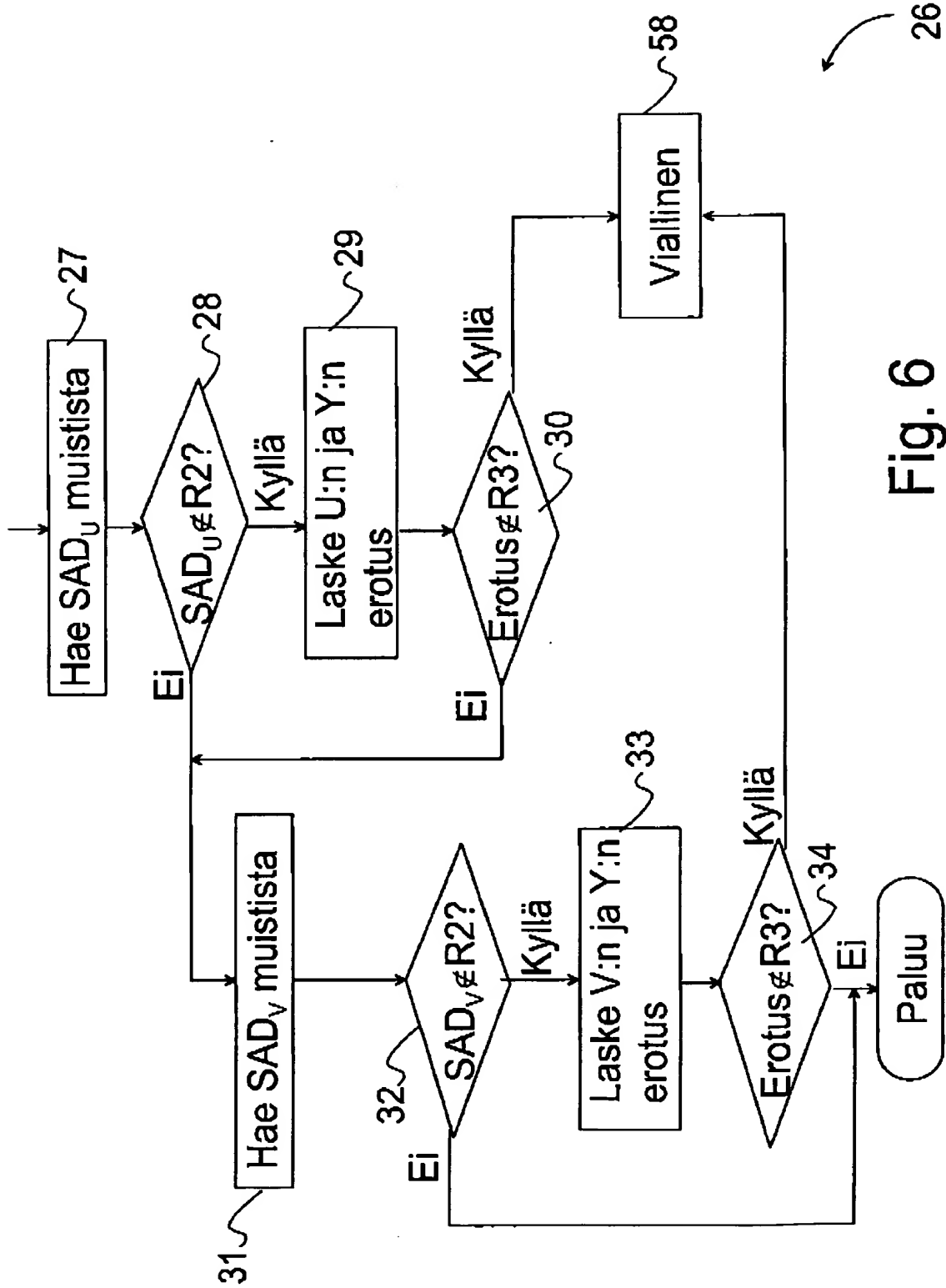
Fig. 4





18, 18'

Fig. 5



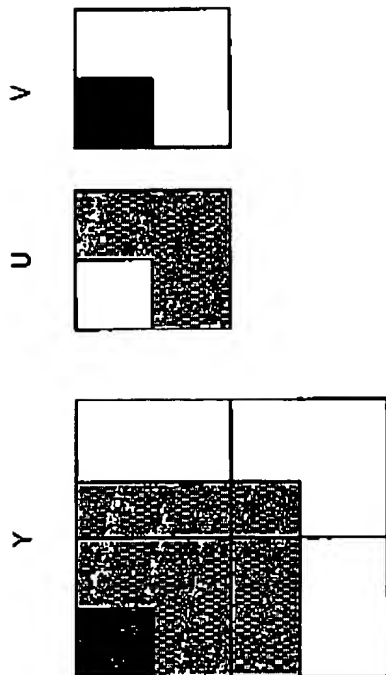


Fig. 7

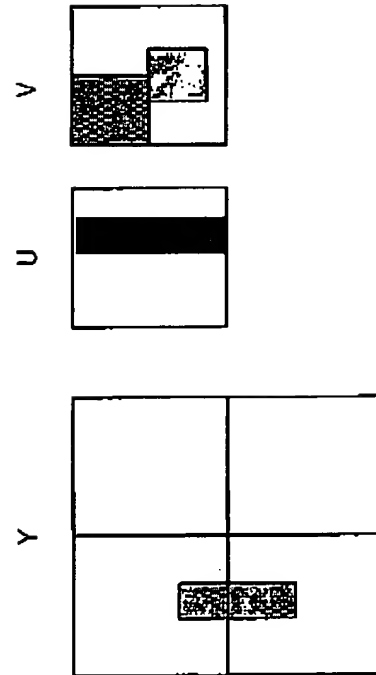


Fig. 8

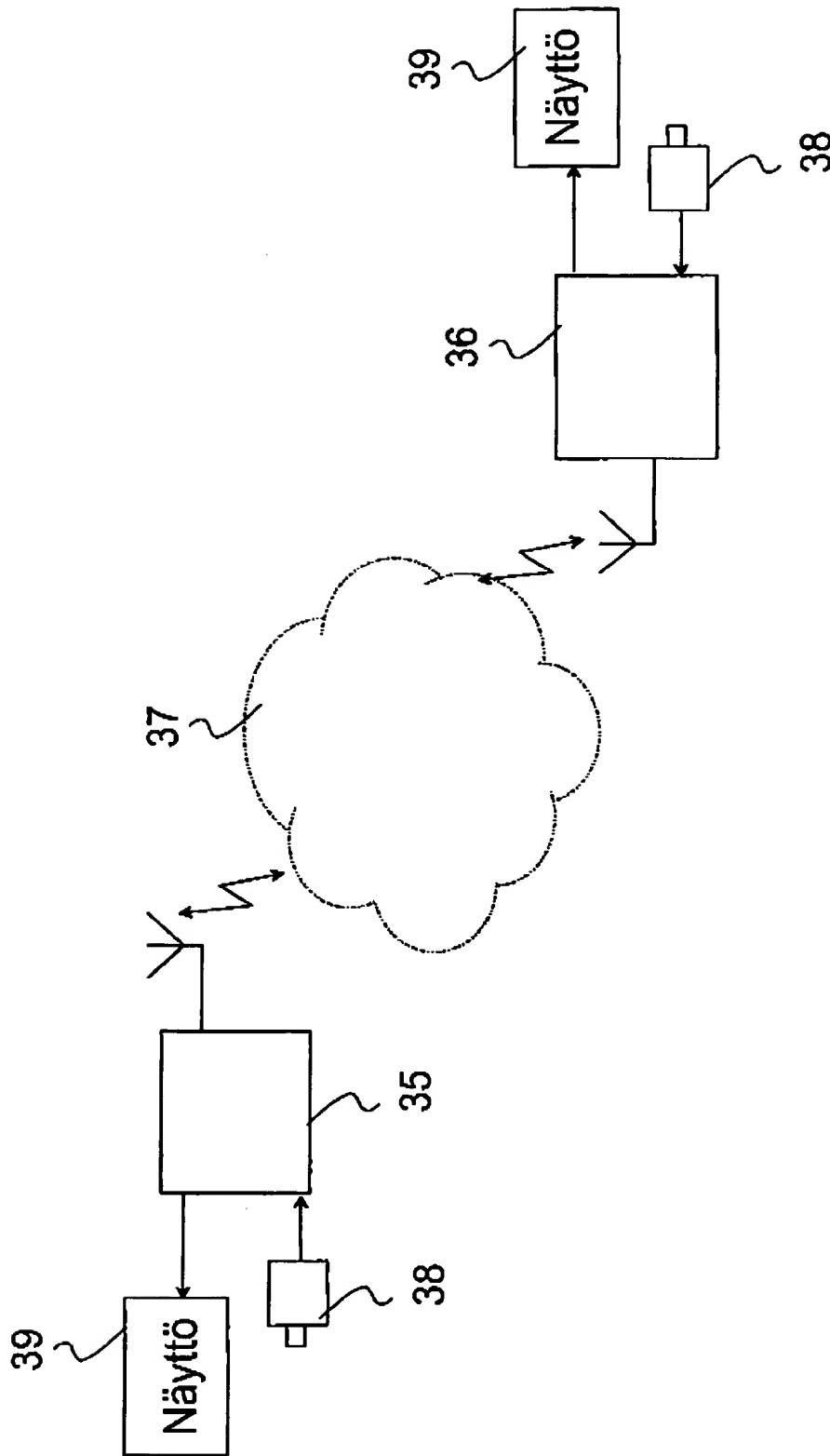
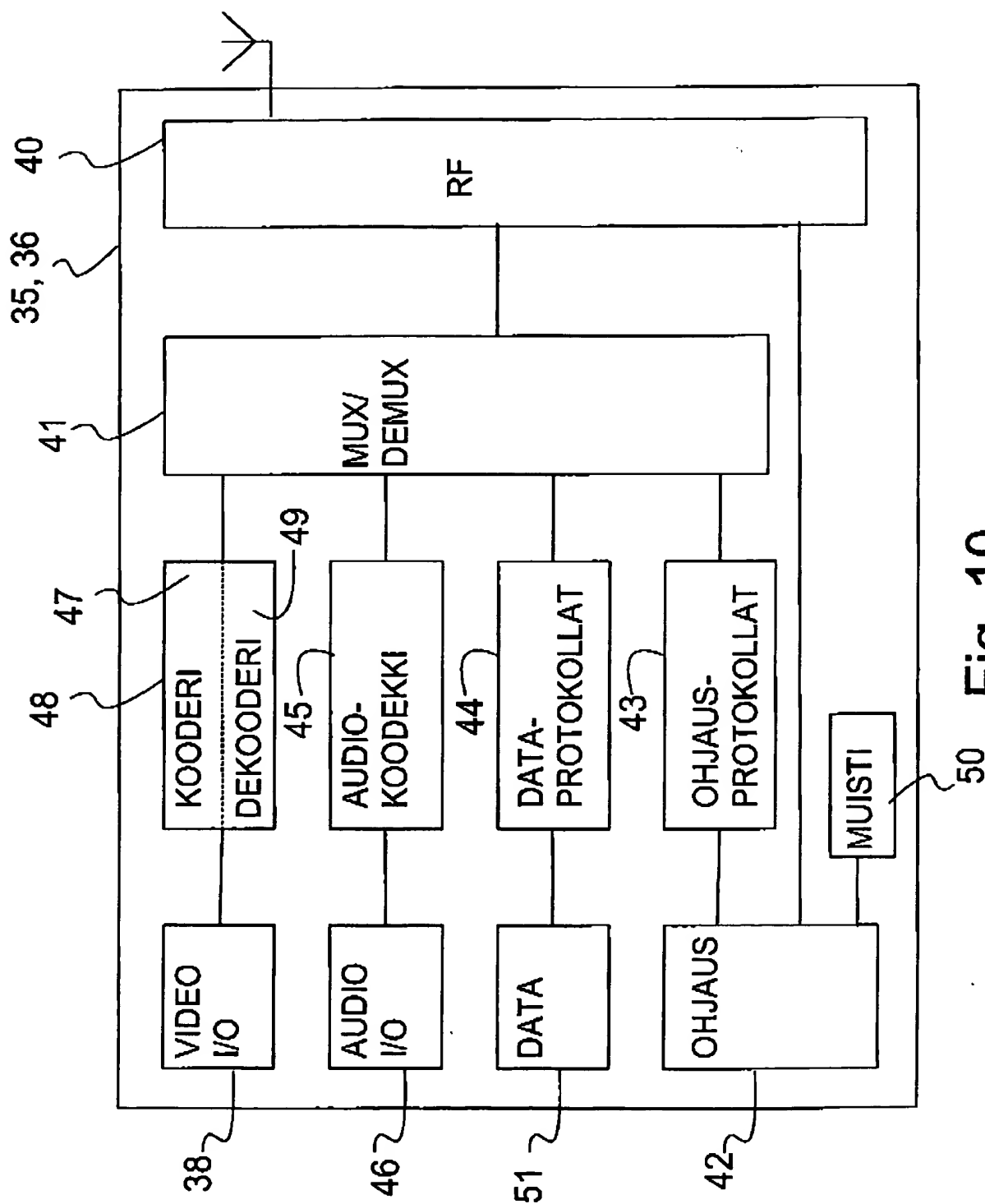


Fig. 9



**Fig. 10**

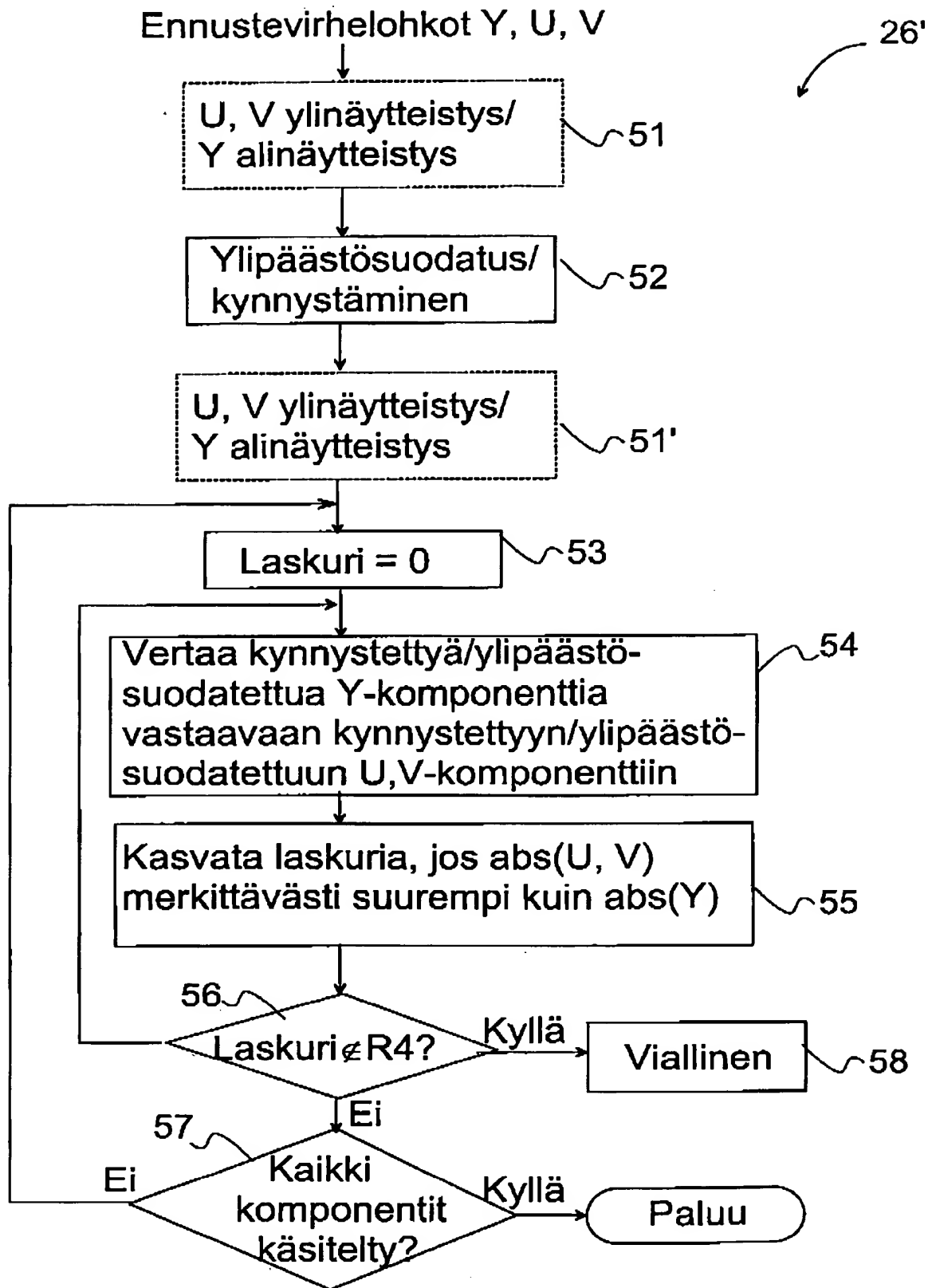


Fig. 11



## CERTIFICATE

I, Tuulikki Tulivirta, hereby certify that, to the best of my knowledge and belief, the following is a true translation, for which I accept responsibility, of a certified copy of Finnish Patent Application 20001059 filed on 5 May 2000.

Tampere, 4 May 2001



Tuulikki Tulivirta  
Certified Translator (Act 1148/88)

Tampereen Patenttitoimisto Oy  
Hermiankatu 6  
FIN-33720 TAMPERE  
Finland

## Method for detecting errors in video information

5 The present invention relates to a method as presented in the preamble of the appended claim 1 for detecting errors in video information. Furthermore, the present invention relates to a data transmission system as presented in the preamble of the appended claim 18. The present invention also relates to a terminal device as  
10 presented in the preamble of the appended claim 35. Moreover, the present invention relates to a decoder as presented in the preamble of the appended claim 38. The present invention also relates to a storage means as presented in the preamble of the appended claim 40.

15 One of the objectives of telecommunication is to provide systems in which good quality real-time data transmission is available by means of video, audio and data information. It is generally known that the amount of information required to transmit images is considerably larger than in many other types of data transmission, such as audio  
20 and text data transmission, and thus the transmission of video signals to low bit-rate terminals has so far not been practicable. However, the transmission of information in digital form has provided for the possibility of improving the signal-to-noise ratio and the data transmission capacity in data transmission channels. Services having  
25 higher data transmission rates are currently under development for mobile terminals such as wireless phones, wherein the transmission of video to such mobile terminals will also become viable.

To optimise the use of the data transmission channel, signals are  
30 generally compressed before transmission. This is especially important in the transmission of video information, in which the amount of information to be transmitted is large. On the other hand, however, a compressed video signal is easily affected by data transmission errors, for example because variable length codes are generally used to  
35 compress the video signal. Thus, if a bit error alters a code word to another code word of a different length, the decoder loses synchronization and may even decode subsequent error-free blocks erroneously until the next synchronization code is received correctly.



To reduce degradations in image quality caused by transmission errors, at the decoding stage it is possible to employ error detection and / or correction, retransmission, and / or attempts can be made to conceal disturbances caused by the erroneous data received. Typically, retransmissions provide a reasonable way to protect the data transmission from errors, but if a low data transmission rate is used and the number of errors is relatively large, retransmission cannot be used in practice, especially in video applications. Error detection and correction methods typically require a large amount of additional information to be transmitted, because error detection and correction methods are based on redundancy. Thus, in low bit-rate applications, error concealment is an advantageous method for reducing the effect of transmission errors.

In order to conceal or reduce the effect of transmission errors, the errors have to be detected and located. The more it is possible to find out about the location of an error, the better the methods for concealing errors can operate, wherein it is also possible to attain a better image quality. It is particularly important that the error detection methods detect errors which can be easily discerned by the human eye.

It is possible to transmit a video signal via mobile communication networks for example using a high speed circuit switched data (HSCSD) connection. Furthermore, third generation mobile communication systems are also designed to transmit multimedia information, in which case the information to be transmitted can also contain video signals. In such future mobile communication systems the data transfer rates can be of the same order as in present-day landline communication systems (PSTN, Public Switched Telephone Network). However, in mobile communication systems, the data transmission channels are more susceptible to interference, and thus the number of transmission errors is larger than in landline communication networks. Furthermore, in mobile communication networks the round-trip delay is larger than in landline communication networks. The round-trip delay represents the time that elapses between the transmission of a retransmission request and the reception of a retransmitted frame. A retransmission request is

transmitted by the terminal which receives an erroneous frame to the transmitting terminal, which retransmits the erroneously received frame. In practice, larger round-trip delays and a larger error probability mean that retransmission cannot be applied in connection with the transmission of real-time video information, when a mobile communication network is used as the data transmission network. Therefore, the communication systems should be designed to tolerate errors.

The inter-coding of video signals is a very efficient compression method, because it can reduce the amount of information to be transmitted to as little as a hundredth part of the original uncompressed information. Inter-coding is based on motion compensation and prediction error coding. In existing video coding standards, images are typically processed in blocks of 8 x 8 pixels. Four luminance blocks (Y), a first chrominance block (U) and a second chrominance block (V) together form a macroblock. The luminance information is the grey tone information of the image. The chrominance components of the image indicate colour differences and when the chrominance components are combined with the luminance component, the video decoder produces a colour image.

Motion compensation is a method in which the video encoder detects image blocks which correspond with blocks that appear in a previously encoded and transmitted reference picture. If the coder detects an image block or blocks which has a substantial correspondence with a block in the reference image, the coder produces a motion vector (MV). The motion vector is a direction vector which indicates the difference in location between the two corresponding blocks to the decoder in the receiver, i.e. to which direction the block corresponding to this block has been transferred in the horizontal and vertical direction with respect to the preceding image. If the blocks do not completely correspond to each other, the coder also produces a prediction error block, and in this way, the decoder is able to reconstruct a block corresponding substantially to the original block, at a location indicated by the motion vector, using the motion vector and the prediction error block. The prediction error block indicates the pixel-by-pixel difference between the actual pixel information contained in the block and the

pixel information produced with the aid of the motion vector. In prior art video coding systems, the prediction error is compressed using a discrete cosine transform (DCT), quantisation and variable length codes (VLC).

5

A compressed video signal is susceptible to errors mainly for two reasons: video coding is based on predictive differential coding, and the information symbols are coded primarily using variable length codes. The predictive nature of the compression causes errors to propagate in the image, both in time and from one area of the image to another. This means that when an error occurs in an image, its effect can be detected in the decoded image for a relatively long time. Intra-coding prevents the propagation of errors because an intra image is produced only on the basis of the information of the image to be coded.

10

The level of compression achieved by an intra-coded image is low, and thus the number of intra-coded images in a video signal should be kept as small as possible, especially in low bit-rate data transmission. Variable length codes are susceptible to errors, because bit errors can change one code word into another one, whose length is not necessarily the same as the length of the original code word. Thus, the decoder does not remain synchronized with the bit stream and may also wrongly decode error-free blocks.

15

20

In MPEG-4 compression, it is possible to use reversible variable length codes (RVLC) to code prediction error blocks. A reversible variable length code is a code word that can be decoded in either direction, as illustrated by arrows A1 and A2 in Fig. 1. To exploit this property, the video information is preferably divided into three different partitions, in such a way that one partition comprises the RVLC coded prediction error blocks. This partition is framed with synchronization bytes before transmission. Backward decoding can thus be used if an error or errors occur in the central portion of such a partition. In such a situation, the decoder can search for the next synchronization word to determine the end of the partition, and then decode the end of the erroneous partition. However, if the coding were conducted from the beginning to the end of the third partition using standard (unidirectional) variable length codes, the portion of the third partition after the location of the error would have to be rejected, even if it were error-free. The above-

25

30

35

described situation is illustrated in the appended Fig. 1, where the reference numeral 2 indicates data transmission errors occurring in section 1. A problem in the use of reversible variable length coding is, for instance, that the errors should be located accurately so that backward decoding can be used effectively.

Methods, such as the identification of invalid code words have been developed for detecting transmission errors in data coded using variable length codes. However, the methods developed are not sufficiently reliable, since they do not detect all the errors. Furthermore, such methods usually detect the errors too late, in practice only after a few erroneously received blocks have already been decoded. It has been suggested that in such a situation the decoder should shift a few macroblocks backwards on detecting an error, under the assumption that the error has been detected too late. This arrangement, however, has the drawback that even blocks which have been received error-free may be rejected and, on the other hand, the decoder is not necessarily shifted sufficiently far backwards.

It is an aim of the present invention to provide a method for detecting errors in a video signal and a video signal transfer system in which the detection of errors is more effective when compared to prior art. A method according to the present invention is characterized by what is presented in the characterizing part of the appended claim 1. A data transmission system according to the present invention is characterized by what is presented in the characterizing part of the appended claim 18. A terminal device according to the present invention is characterized by what is presented in the characterizing part of the appended claim 35. A decoder according to the present invention is characterized by what is presented in the characterizing part of the appended claim 38. A storage means according to the present invention is characterized by what is presented in the characterizing part of the appended claim 40.

The present invention is based on the idea that instead of examining the bit stream used in the transmission of a video signal, the decoded video signal is examined, wherein advantageously two assumptions are applied in error detection: the amount of information in a prediction

error block should be relatively small and the luminance and chrominance blocks within a macroblock should correlate with each other.

- 5 By means of the present invention considerable advantages are attained compared with prior art methods and data transmission systems. By means of the method according to the invention transmission errors in a video signal can be detected more reliably, wherein the effects of the errors can also be concealed in an easier  
10 and more efficient manner. Thus, the method according to the invention is especially suitable for use in low bit-rate data transmission systems in which retransmission cannot be used practicably.

15 In the following, the invention will be described in more detail with reference to the appended drawings, in which

- Fig. 1 illustrates the decoding of a variable length code in a situation where a transmission error has occurred,
- 20 Fig. 2 is a simplified block diagram showing the basic stages of video coding and decoding,
- Fig. 3 shows an example of the block structure of a video image,
- 25 Fig. 4 is a simplified block diagram showing the decoding of an inter-coded macroblock,
- Fig. 5 shows a detail of decoding according to Fig. 4,
- 30 Fig. 6 shows another detail of decoding according to Fig. 4,
- Fig. 7 shows an example of luminance and chrominance blocks which correlate,
- 35 Fig. 8 shows an example of non-correlating luminance and chrominance blocks,

Fig. 9 shows a data transmission system according to a preferred embodiment of the invention,

5 Fig. 10 shows a wireless terminal according to a preferred embodiment of the invention, and

Fig. 11 shows a macroblock checking stage according to a second preferred embodiment of the invention.

10 Fig. 2 is a simplified block diagram showing the basic stages of video coding and decoding and is known as such by a person skilled in the art. A digital image is produced by taking samples and quantizing analog image information, whereafter the digital image is transformed into a continuous bit stream. A video sequence comprises several  
15 successive digital images. The digital signal enables the use of advanced digital signal processing tools, by means of which faster and more reliable data transmission is attained. Recently, a number of image coding algorithms have been developed, by means of which it is possible to reduce the number of bits required to represent a digital  
20 image, and, correspondingly, to reduce the bit-rate required for the transmission of digital images. A digital image 3 is divided 4 into small blocks, comprising a certain number of pixels (e.g. one block comprises 8 x 8 pixels). Typically, at least some of the successive images in a video sequence are coded using motion compensated  
25 inter-coding, wherein the information related to motion compensation is transmitted as motion vectors and possible prediction error information is transmitted in prediction error blocks. The data contained in each prediction error block is transformed into the spatial frequency domain using a discrete cosine transform 5. The DCT matrix thus produced is  
30 quantized 6 and the quantized signal is coded using a table 7 of variable length code words. Thus, it is not the quantized signal that is transmitted to the data transmission channel, but rather code words selected e.g. from a coding table (not shown) on the basis of the signal information. The coded signal is transmitted to a receiver. At the  
35 receiving end inverse operations 8, 9 and 10 are performed in reverse order to reconstruct the image.

The resolution of a digital image is determined by the number of pixels used in the image matrix. By sampling the luminance component (Y) and the two chrominance components (U, V) with an accuracy of 8 bits, it is possible to attain  $2^{24} \approx 16$  million colours. The human eye is more sensitive to luminance information than chrominance information, and thus the chrominance components are usually sub-sampled. In this way, two chrominance blocks are advantageously used for every four luminance blocks. As can be seen in the appended Fig. 3, a group of four luminance blocks and two chrominance blocks constitutes a macroblock 11 and an image complying with the ITU-T H.261 recommendation, for example, comprises twelve groups of blocks 12 which comprise 3 x 11 macroblocks. Corresponding grouping arrangements are used in other coding standards.

The following text describes the operation of a decoding loop for the decoding of inter-coded macroblocks and for detection of possible errors in a video decoder 49 (Fig. 10) according to a preferred embodiment of the invention as shown in Fig. 4. The video signal can be any image signal, which is divided into blocks at the transmission stage, and in which inter-coding is used. The video signal source can be a video camera, video recorder, digital camera, a video sequence stored in a memory means, etc.

In the decoder 49 a decoding process inverse to variable length coding is performed on the video signal, in which the received signal is searched for valid code words. The code words are advantageously stored as a table (not shown) in the memory means of the decoder 49, or in another way known as such. A bit pattern corresponding to the code words is retrieved from the table stored in the video decoder.

The video signal is processed in the decoder 49 one prediction error block at a time, i.e. the luminance prediction error block and two chrominance prediction error blocks are processed one by one. On the other hand, it is assumed that the motion vector information is the same for all these blocks, as in current video coding standards, motion vectors are the same for each block of a macroblock. Generally, the method according to the present invention can also be applied in

situations where a separate motion vector is provided for each block of a macroblock.

5 The motion vector of an inter-coded macroblock and each prediction error block are supplied to the input IN of the video decoder preferably in the order in which they are transmitted. In the following it is assumed that the motion vector is transferred to the decoder 49 first, followed by the luminance and chrominance prediction error blocks, but it is obvious that the information can also be supplied to the decoder 49 in  
10 a different order. After the code words of the motion vector for the entire macroblock have been decoded 14, motion compensation is performed in motion compensation block 15. At this stage the luminance and chrominance information of a part of a previously decoded and stored image indicated by the motion vector, is retrieved  
15 from the memory. Then, this previously decoded macroblock, corrected with possible prediction error is used as the information of the current macroblock.

Each prediction error block is also supplied to the decoder 49. The  
20 prediction error blocks undergo codeword decoding in a manner corresponding to that described above in connection with decoding of the motion vector. After that, the prediction error block is dequantized in dequantization block 16 and an inverse DCT transform is performed on the dequantized prediction error block in an inverse DCT  
25 transformer 17. Next, the information decoded from the prediction error block is summed with the information contained in the corresponding motion compensated block, wherein it is possible to reconstruct information corresponding to the contents of the original macroblock, if there were no transmission errors in the received motion compensation  
30 information and in the prediction error blocks. It must be stated, however, that to a certain extent quantization, dequantization, DCT transformation and inverse DCT transformation cause inaccuracies in the image, and thus the original image and the decoded image are not completely identical, even if the transmission is error free.

35 In a method according to a preferred embodiment of the invention, the prediction error blocks undergo a block check 18 after codeword decoding and inverse DCT transformation. The block check 18 is



illustrated in more detail in the flow diagram of Fig. 5. In the block check, a sum of the absolute values of the pixel information, or another unsigned sum, such as a sum of the squares of the pixels values is calculated for each block of the luminance component and for both chrominance prediction error blocks. These sums are represented by the reference  $SAD_Y$  for the luminance prediction error block,  $SAD_U$  for the first chrominance prediction error block and  $SAD_V$  for the second chrominance prediction error block. In Fig. 5 the subindex  $i$  indicates that the prediction error block under examination can be the luminance prediction error block  $Y$ , the first chrominance prediction error block  $U$ , or the second chrominance prediction error block  $V$ . The use of absolute values or other unsigned values is necessary because the pixel values can also be negative.

After the sum has been calculated, the calculated sum,  $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$  is compared with a first value range  $R1$ . If the sum is outside the first value range  $R1$ , a decision 58 is made that the prediction error block in question has been erroneously received. The erroneous block is not used as such, but an attempt is made to correct the error, or, if that is not possible, to conceal the error. Erroneous blocks are advantageously supplemented with information on the error, wherein such blocks in which the error information is provided, can be directed to an error correction block (not shown) or the like. If an error is not detected, the sum  $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$  calculated for this block is stored in the memory.

Said first value range  $R1$  can be defined for example such that the allowed value range lies between 0 and  $TH1$ , where  $TH1$  represents a first threshold value. Thus, values larger than the first threshold value  $TH1$  are outside the permitted range. It is obvious that the definition of the allowed and non-allowed value ranges presented above is merely an advantageous example, and the value ranges can also be defined in another way. Furthermore, it is obvious that although the same first value range  $R1$  was used for both the luminance component and the chrominance components in the above-presented embodiment, it is also possible to define a value range for the chrominance components which is different from the first value range  $R1$ .

If the comparison 20 shows that the prediction error block is error-free, the pixel values of the prediction error block are stored 22 in the memory. In solutions according to prior art, the prediction error block is not usually needed in the following stages, but in the method according to a preferred embodiment of the present invention, it is necessary to store the prediction error block in the memory so that further checks can be performed. At the next stage, it is examined 24 whether the information for the whole macroblock has been received. If the entire macroblock, e.g. all prediction error blocks, have not yet been received, the process returns to decoding block 14.

In the embodiment presented above, checking of the prediction error block 18 was conducted substantially immediately after one prediction error block had been received. In Fig. 4, the reference numeral 18' indicates an alternative location at which the prediction error block can be checked. In this alternative, all prediction error blocks Y, U, V of the macroblock under examination are first received and then the prediction error blocks are checked, advantageously according to the flow diagram of Fig. 5.

When the entire macroblock has been received, a part of the image to be decoded corresponding to the macroblock under examination is reconstructed 25.

In a situation where the information to be transferred is divided into parts, motion vector information prediction error block information is transmitted in different parts. Thus, the part of the image represented by the macroblock cannot be reconstructed before all the necessary information has been received.

Although in the above-described method the prediction error blocks were checked before image reconstruction, it is obvious that checking can also be performed for each prediction error block Y, U, V, after reconstruction of the image.

After the entire macroblock has been received and transformed to the image format, a macroblock checking stage 26, 26' is performed. The macroblock checking stage according to a first preferred embodiment

of the invention is described in more detail in the flow diagram of Fig. 6. Correspondingly, a macroblock checking stage 26' according to a second preferred embodiment of the invention is described in more detail in the flow diagram of Fig. 11.

5

In the macroblock checking stage 26 according to the first embodiment of the invention, the stored sum  $SAD_U$  calculated from the absolute values of the first chrominance prediction error block is retrieved 27 and compared 28 to a second value range. Typically, the second value range R2 is smaller than the first value range R1. If the sum of the absolute values  $SAD_U$  is outside the second value range R2, the next step is to calculate a difference 29 between the sum  $SAD_U$  calculated from the absolute values of the first chrominance prediction error block and the sum  $SAD_V$  calculated from the absolute values of the luminance prediction error block. The calculated difference is compared 30 to a third value range R3. If the difference lies outside the third value range R3, it is assumed that the macroblock in question has been erroneously received, whereupon the macroblock is marked as erroneous. If, however, the sum of the absolute values of the chrominance prediction error block falls within the second value range R2 or said difference of the absolute values falls within the third value range R3, the stored sum  $SAD_V$  of the absolute values of the second chrominance prediction error block is retrieved 31 and a further comparison 32 is conducted between the sum of the absolute values of the second chrominance component  $SAD_V$  and the second value range R2. If the sum of the absolute values of the second chrominance prediction error block  $SAD_V$  is outside this second value range R2, the difference 33 between the sum calculated from the absolute values of the values of the second chrominance prediction error block  $SAD_V$  and the sum calculated from the absolute values of the values of the luminance prediction error block  $SAD_V$  is calculated. This difference is compared 34 with the third value range R3, and if the difference falls outside the third value range R3, the macroblock is marked as being erroneously received 58. If, however, the comparisons 28, 32 show that both the sum of the absolute values of the first chrominance prediction error block and the sum of the absolute values of the values of the second chrominance prediction error block fall within the second value range R2, it can be assumed that there are no apparent errors in

10

15

20

25

30

35

the chrominance prediction error blocks U, V. If the differences between the luminance prediction error block Y and the chrominance prediction error blocks U, V fall within the third value range R3, it can be assumed that they correlate with each other. Blocks interpreted as being received in an error-free manner by means of the above-described method, are transferred to the output OUT of the decoder. Blocks in which errors have been detected, can be marked as erroneous, and are advantageously transmitted to an error correction / error concealment block (not shown). The above-presented decoding and error detection stages are repeated for each macroblock of the image signal.

Advantageously, the aforementioned second R2 and third value ranges R3 can also be defined in a manner similar to the first value range R1, e.g. by defining the second value range with a second threshold value TH2 and by defining the third value with a third threshold value TH3, so that in a preferred embodiment of the invention, errors are detected when the reference value exceeds the corresponding threshold value TH2, TH3.

In the method according to a preferred embodiment of the invention, it is possible to attempt to find errors by comparing the luminance and chrominance prediction error blocks pixel by pixel. In Fig. 11 this is illustrated in the form of a simplified block diagram. Because the comparison between the luminance prediction error block Y of the prediction error block and the first chrominance prediction error block U, and correspondingly between the luminance prediction error block Y and the second chrominance prediction error block V is performed pixel by pixel, one pixel of the chrominance prediction error block U, V corresponds to four pixels of the luminance prediction error block Y and this should be taken into account in the comparison. This can be accomplished, for example, by up-sampling the pixels of the chrominance prediction error block U, V, or by down-sampling the pixels of the luminance prediction error block Y. The down-sampling of the luminance prediction error block Y can be performed e.g. by calculating the average value of the four corresponding pixels of the luminance prediction error block Y. This average value is then compared at a later stage with the value (absolute value) of the

corresponding pixel in the chrominance block U, V. The up-/down-sampling operation is indicated by the reference numerals 51, 51' in the flow diagram of Fig. 11. In Fig. 11, the up-/down-sampling block 51, 51' is shown at two alternative points. The location represented by reference numeral 51 is preferably used in practical applications, but the other alternative location 51' can also be used.

The prediction error blocks are filtered 52 by means of thresholding or high-pass filtering, so that only significant pixels of the prediction error block or pixels bordering them are examined. The pixels values of the prediction error blocks are advantageously taken into account as absolute or squared values. In order to determine the location of possible errors in the prediction error blocks, a counter is used which is advantageously set to 0 at the beginning of examination 53. The thresholded or filtered luminance prediction error block Y and the first chrominance prediction error block U are compared 54 with each other pixel by pixel, and correspondingly, the luminance prediction error block Y and the second chrominance prediction error block V are compared 54 with each other pixel by pixel. If there is a significant value (a value which exceeds the threshold value / has passed the high-pass filter) in the chrominance prediction block, but there is not a significant value in a corresponding location in the luminance prediction error block, the counter is incremented 55. If, on the other hand, the luminance prediction error block contains a significant value and the chrominance prediction error block does not, the counter is advantageously not incremented, because it is quite common that the luminance prediction error block contains a greater number of larger values than the chrominance prediction error block. Furthermore, the counter is not incremented if there is no significant value in either of the chrominance prediction error blocks, or if there is a significant value at the same location in both chrominance prediction error blocks. When all the pixels of the block have been examined in this way, the counter value is compared 56 with a predetermined fourth value range R4, and if the counter value falls outside the fourth value range R4, the block is marked as erroneous 58 and decoding of the block can be stopped. Thus, the fourth value range R4 indicates the largest acceptable value for the number of significant differences between corresponding pixels of the luminance prediction error block and the chrominance prediction

error blocks. If the counter value falls within the fourth value range R4, it is examined whether all the prediction error blocks of the macroblock under examination have been processed. If they have not all been processed yet, the process returns to block 53. After all the prediction error blocks have been processed, the next step is to exit the macroblock checking stage.

The appended Fig. 7 shows an example situation in which the luminance and chrominance blocks correlate strongly, and in a corresponding manner, Fig. 8 illustrates an example situation in which the blocks do not correlate to a significant degree. By applying the method according to the invention, it is possible to determine whether errors have occurred during transmission of the macroblock in question to the decoder based on the difference between values of the luminance and chrominance prediction error blocks. If the image has been reconstructed from stored samples, the method according to the invention can reveal possible storage errors in a more reliable manner than prior art methods.

Thus, in the method according to the invention, the reconstructed image is examined, in such a way that the amount of information in inter-coded macroblocks is compared with the threshold values TH1, TH2, TH3. If the macroblocks contain a relatively large amount of information, it is presumed that the information is at least partly erroneous. This is based on the assumption that it is more efficient to use intra-coding instead of inter-coding if the reduction in the amount of transmitted information attained by means of inter-coding is insignificant.

Fig. 9 illustrates another advantageous data transmission system in which the invention can be applied. The data transmission system advantageously comprises two or more video terminals 35, 36 or corresponding devices equipped with video properties. The video terminals 35, 36 can be arranged in a data transmission connection with each other via a data transmission network 37, such as a mobile communication network, wherein at least part of the data transmission channel is formed by a radio link. For example in the first video terminal 35 image information is produced by means of a camera 38. The

image is transformed into digital form, is coded and modulated to form a signal to be transmitted to the data transmission network 37. The signal is transferred via the data transmission network 37 to the second video terminal 36, where the received signal is demodulated, decoded and subjected to error detection and possibly to error correction or concealment. After that, the image information can be presented on a display device 39. It is obvious that in addition to image information, other information such as sound, text, etc. can also be transferred in the data transmission system.

Fig. 10 is a simplified block diagram showing a video terminal 35, 36 according to a preferred embodiment of the invention. The video terminal 35, 36 advantageously comprises at least a radio part 40 which generally comprises transmission means for channel coding, interleaving, encryption, modulation and radio transmission, as well as reception means for radio reception, demodulation, decryption, de-interleaving, and channel decoding. Additionally, the radio part 40 comprises a duplex filter and an antenna. A received bit stream is supplied to a multiplexing / demultiplexing block 41. A multiplexing protocol combines the video, audio, data, and control bit streams into a single bit stream for transmission and correspondingly separates the video, audio, data and control bit streams from the received bit stream into separate bit streams. The control protocol 43 of control block 42 conducts the signalling required e.g. with the data transmission network during operation of the terminal. Data protocols 44 support data applications 51. An audio codec 45 codes the audio signals arriving from I/O devices 46 for transmission and decodes received coded audio signals. Video codec 47 comprises a video encoder 48 and a video decoder 49. The video encoder 48 compresses and codes the video signal to be transmitted. The video decoder 49 decodes and decompresses the received video signal and performs error detection and error correction and/or concealment procedures. In the terminal 35, 36 the procedures required in the implementation of the above-described method can be performed e.g. in the video decoder 49 and in the application software of the control block 42. The control block 42 comprises at least one processor and / or a digital signal processing unit. Additionally, the video terminal 35, 36 comprises memory means 50 for storing programs and data.

The method according to the invention can also be at least partly implemented by means of software, wherein the stages of the method are programmed as program code. Such a program code can be advantageously executed in the control block 42. A memory means (not shown), such as a data diskette, programmable memory, etc. can be used to store the program.

It is obvious that the present invention is not restricted solely to the embodiments presented above, but it can be modified within the scope of the appended claims.



Claims:

1. a method for detecting errors in an image signal, in which the image signal is produced by dividing an image into blocks, and a coding stage is performed in which at least predictive coding is used to produce inter-coded blocks containing at least one prediction error block, **characterized** in that in the method a decoding stage (14, 16, 17) is performed, in which the block is decoded to determine information contained in the prediction error block, and the information contained in at least one prediction error block is examined to detect errors.
2. A method according to claim 1, **characterized** in that in the method at least the following stages are performed:
  - a first calculation stage (19) in which a first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) is produced on the basis of information contained in at least one prediction error block, and
  - a first comparison stage (22) in which the first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) calculated in the first calculation stage is compared to a certain first value range (R1), wherein if the first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) falls outside said first value range (R1), the inter-coded block under examination is marked as erroneous.
3. A method according to claim 1 or 2, **characterized** in that macroblocks are formed from the blocks.
4. A method according to claim 3, in which the inter-coded macroblock comprises at least one luminance prediction error block (Y), **characterized** in that a luminance prediction error block (Y) is used in the calculation of said first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ).
5. A method according to claim 3 or 4, in which the inter-coded macroblock comprises at least one chrominance prediction error block (U, V), **characterized** in that a chrominance prediction error block (U,

V) is used in the calculation of said first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ).

6. A method according to claim 3, 4 or 5, in which the inter-coded macroblock comprises at least one luminance prediction error block (Y) and at least one chrominance prediction error block (U, V), **characterized** in that if the first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) falls within said first value range (R1), the following stages are also performed in the method:

- a second calculation stage (25) in which a second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) is determined on the basis of a chrominance prediction error block of the inter-coded macroblock under examination, and

- a second comparison stage (26) in which the second reference value ( $SAD_U$ ) is compared with a given second value range (R2), wherein if the second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) falls outside said second value range (R2),

- i) a difference (27) calculated on the basis of the luminance prediction error block (Y) and the chrominance prediction error block (U, V) of the macroblock under examination is compared (28) with a given third value range (R3), wherein if the difference falls outside said third value range (R3), the inter-coded macroblock under examination is marked as erroneous (58).

7. A method according to claim 5, **characterized** in that at least said first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), calculated on the basis of said chrominance prediction error block (U, V), is stored.

8. A method according to claim 7 in which the inter-coded macroblock comprises at least one luminance prediction error block (Y) and at least one chrominance prediction error block (U, V), **characterized** in that if the first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) falls within said first value range (R1), the following steps are also performed:

- said stored first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) is used as a second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), and

5        - a second comparison stage (26) is performed in which said second reference value ( $SAD_U$ ) is compared with a predetermined second value range (R2), wherein if the second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) falls outside said second value range (R2),

10        i) a difference (27) calculated on the basis of the luminance prediction error block (Y) and the chrominance prediction error block (U, V) of the macroblock under examination is compared (28) with a certain third value range (R3), wherein if the difference falls outside said third value range (R3), the inter-

15        coded macroblock under examination is marked as erroneous (58).

20        9. A method according to claim 6, 7 or 8, in which the prediction error block is composed of a group of pixels, **characterized** in that said prediction error blocks are filtered (52) to determine the pixel values of the luminance and chrominance block which are larger than a certain reference value, and that a searching stage is also performed to find

25        pixels of the prediction error block for which the pixel value of the luminance prediction error block is substantially smaller than said threshold value, and the pixel value of the chrominance prediction error block is substantially larger than said threshold value, wherein if the number of pixels found in the searching stage falls outside a certain fourth value range (R4) the prediction error block is marked as

30        erroneous.

10. A method according to claim 9, **characterized** in that the filtering (52) is performed by thresholding the values of the prediction error blocks (Y, U, V).

35        11. A method according to claim 9, **characterized** in that the filtering (52) is performed by high-pass filtering the values of the prediction error blocks (Y, U, V).

12. A method according to claim 9, 10 or 11, in which a larger number of luminance prediction error blocks (Y) than chrominance prediction error blocks (U, V) is formed, **characterized** in that down-sampling is performed on the luminance prediction error blocks (Y) of the prediction error block.

13. A method according to claim 9, 10 or 11, in which a larger number of luminance prediction error blocks (Y) than chrominance prediction error blocks (U, V) is formed, **characterized** in that up-sampling is performed on the chrominance prediction error blocks (Y) of the prediction error block.

14. A method according to any of claims 1 to 13, **characterized** in that variable length code words are used in the coding of the blocks.

15. A method according to any of claims 1 to 14, **characterized** in that in the coding of the blocks the coded information is subjected to discrete cosine transform (5), wherein a inverse discrete cosine transform (17) is performed at the reconstruction stage.

16. A method according to any of claims 1 to 15, **characterized** in that the image signal is produced from a video signal.

17. A method according to any of claims 1 to 16, **characterized** in that image information is transmitted from a first terminal (35) to a second terminal (36), wherein the coding stage is performed in said first terminal (35) and said decoding stage, calculation stages and comparison stages are performed in said second terminal (36).

18. A data transmission system which comprises means for producing an image signal from an image, means for dividing the image into blocks and coding means (5, 6, 7) for performing at least predictive coding, and for producing at least inter-coded blocks, which comprise at least a prediction error block, **characterized** in that the data transmission system also comprises decoding means (49) for decoding the block and for determining information contained in the prediction error block and means (18, 18', 26, 26', 42) for examining the

information contained in at least one prediction error block to detect errors.

19. A data transmission system according to claim 18, **characterized** in that it also comprises:

- means (42) for producing a first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) on the basis of information contained in at least one prediction error block, and

- first comparison means (42) for comparing the first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) with a certain first value range (R1), wherein if the first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) falls outside said first value range (R1), the inter-coded block under examination is arranged to be marked as erroneous.

20. A data transmission system according to claim 18 or 20, **characterized** in that it comprises means for producing macroblocks from said blocks.

21. A data transmission system according to claim 18, 19 or 20, in which the image signal comprises at least one luminance prediction error block (Y), **characterized** in that a luminance prediction error block (Y) is used in the calculation of said first reference value.

22. A data transmission system according to claim 18, 19, 20 or 21, in which the image signal comprises at least one chrominance prediction error block (U, V), **characterized** in that a chrominance prediction error block (U, V) is used in the calculation of said first reference value.

23. A data transmission system according to any of the claims 18 to 22, in which the image signal comprises at least one luminance prediction error block (Y) and at least one chrominance prediction error block (U, V), **characterized** in that the data transmission system also comprises:

- means (42) for determining a second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) on the basis of a chrominance prediction error block of the inter-coded block under examination and
- 5        - means (42) for comparing the second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) with a given second value range (R2), and
- 10       - means (42) for comparing (28) a difference (27) between the luminance prediction error block (Y) and the chrominance prediction error block (U, V) of the block under examination with a given third value range (R3), wherein if the difference falls outside said third value range (R3), the inter-coded block under examination is arranged to be marked as erroneous (58).
- 15       24. A data transmission system according to claim 22, in which the prediction error block is composed of a group of pixels, **characterized** in that the data transmission system also comprises at least means (50) for storing said first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), calculated on the basis of said chrominance prediction error block (U, V).
- 20       25. A data transmission system according to claim 24, in which the image signal comprises at least a luminance prediction error block (Y) and at least one chrominance prediction error block (U, V), **characterized** in that said stored first reference value ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) is arranged to be used as a second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ), and that the data transmission system also comprises:
  - 30       - means (42) for comparing the second reference value ( $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) to a certain second value range (R2), and
  - 35       - means (42) for comparing (28) a difference (27) between the luminance prediction error block (Y) and the chrominance prediction error block (U, V) of the block under examination (28) with a certain third value range (R3), wherein if the difference falls outside said third value range (R3), the inter-coded macroblock under examination is arranged to be marked as erroneous (58).

26. A data transmission system according to any of claims 21 to 25, in which the prediction error block is composed of a group of pixels, **characterized** in that the data transmission system also comprises  
5 filtering means for filtering (52) said prediction error blocks to determine the pixel values of the luminance and chrominance block which are larger than a certain reference value, searching means for searching for pixels of the prediction error block for which the pixel value of the  
10 luminance prediction error block is substantially smaller than said threshold value, and the pixel value of only one chrominance prediction error block is substantially larger than said threshold value, wherein if the number of pixels found at the searching stage falls outside a certain fourth value range (R4), the prediction error block is arranged to be marked as erroneous.

15 27. A data transmission system according to claim 24, **characterized** in that the filtering (52) is performed by thresholding the values of the prediction error blocks (Y, U, V).

20 28. A data transmission system according to claim 24, **characterized** in that the filtering (52) is performed by high-pass filtering the values of the prediction error blocks (Y, U, V).

25 29. A data transmission system according to claim 24, 27 or 28, in which the image signal comprises a larger number of luminance prediction error blocks (Y) than chrominance prediction error blocks (U, V), **characterized** in that down-sampling is performed on the luminance prediction error blocks (Y) of the prediction error block.

30 30. A data transmission system according to claim 24, 27 or 28, in which the image signal comprises a larger number of luminance prediction error blocks (Y) than chrominance prediction error blocks (U, V), **characterized** in that up-sampling is performed on the chrominance prediction error blocks (Y) of the prediction error block.

35 31. A data transmission system according to any of claims 18 to 30, **characterized** in that variable length code words are used in the coding of the blocks.

32. A data transmission system according to any of claims 18 to 31, **characterized** in that it comprises means (5) for performing a discrete cosine transform, and means (17) for performing an inverse discrete cosine transform.

33. A data transmission system according to any of claims 18 to 32, **characterized** in that the image signal is produced from a video signal.

34. A data transmission system according to any of claims 18 to 33, **characterized** in that it comprises means for transmitting image information from a first terminal (35) to a second terminal (36), wherein the first terminal (35) comprises encoding means (47) and said second terminal (36) comprises said decoding means (49), means (42) for determining said reference values ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) and means for comparing said reference values ( $SAD_Y$ ,  $SAD_U$ ,  $SAD_V$ ) with said threshold values (TH1, TH2, TH3).

35. A terminal (35, 36) which comprises means for receiving an image signal which is produced from an image divided into blocks and which is subjected at least to predictive coding to produce inter-coded blocks, which comprise at least a prediction error block, **characterized** in that the terminal also comprises decoding means (49) for decoding the block and for determining information contained in the prediction error block and means (18, 18', 26, 26', 42) for examining the information contained in at least one prediction error block to detect errors.

36. A terminal 35 according to claim 35, **characterized** in that the terminal (35, 36) also comprises means for reconstructing the image, comprising:

- decoding means (14, 15, 16, 17) for decoding the blocks,
- means (42) for defining a first reference value ( $SAD_Y$ ) on the basis of image information contained in an inter-coded block under examination, said prediction error block being used in the production of the first reference value ( $SAD_Y$ ), and



- first comparison means (42) for comparing the first reference value ( $SAD_Y$ ) with a certain first value range (R1), wherein if the first reference value (SAD) falls outside said first value range (R1), the inter-coded block under examination is arranged to be marked as erroneous.

37. A terminal according to claim 35 or 36, **characterized** in that it is a wireless terminal.

38. A decoder (48) for decoding an image signal, the image signal having been produced from an image divided into blocks and subjected at least to predictive coding is performed to produce inter-coded blocks comprising at least a prediction error block, **characterized** in that the decoder also comprises decoding means (49) for decoding the block and for determining information contained in the prediction error block and means (18, 18', 26, 26', 42) for examining the information contained in at least one prediction error block to detect errors.

39. A decoder according to claim 38, **characterized** in that it also comprises means for reconstructing the image, comprising:

- decoding means (14, 15, 16, 17) for decoding the blocks,
- means (42) for defining a first reference value ( $SAD_Y$ ) on the basis of image information contained in an inter-coded block under examination, said prediction error block being used in the production of the first reference value ( $SAD_Y$ ), and
- first comparison means (42) for comparing the first reference value ( $SAD_Y$ ) with a certain first value range (R1), wherein if the first reference value (SAD) falls outside said first value range (R1), the inter-coded block under examination is arranged to be marked erroneous.

40. Storage means for storing a program, the program comprising machine executable steps for detecting errors in an image signal, the image signal having been produced by dividing an image into blocks, and performing a coding stage using at least predictive coding to

- produce inter-coded blocks comprising at least one prediction error block, **characterized** in that the program also comprises machine executable steps for performing a decoding stage (14, 16, 17) in which the block is decoded to determine information contained in the prediction error block, and information contained in at least one prediction error block is examined to detect errors.
- 5

**Abstract:**

The invention relates to a method for detecting errors in an image signal. In the method, an image signal is produced by dividing an image into blocks, and performing a coding stage in which at least predictive coding is used to produce inter-coded blocks containing at least one prediction error block. In the method a decoding stage (14, 16, 17) is performed, in which the block is decoded to determine information contained in the prediction error block. Furthermore, in the method the information contained in at least one prediction error block is examined to detect errors.

Fig. 4<sub>[JL1]</sub>

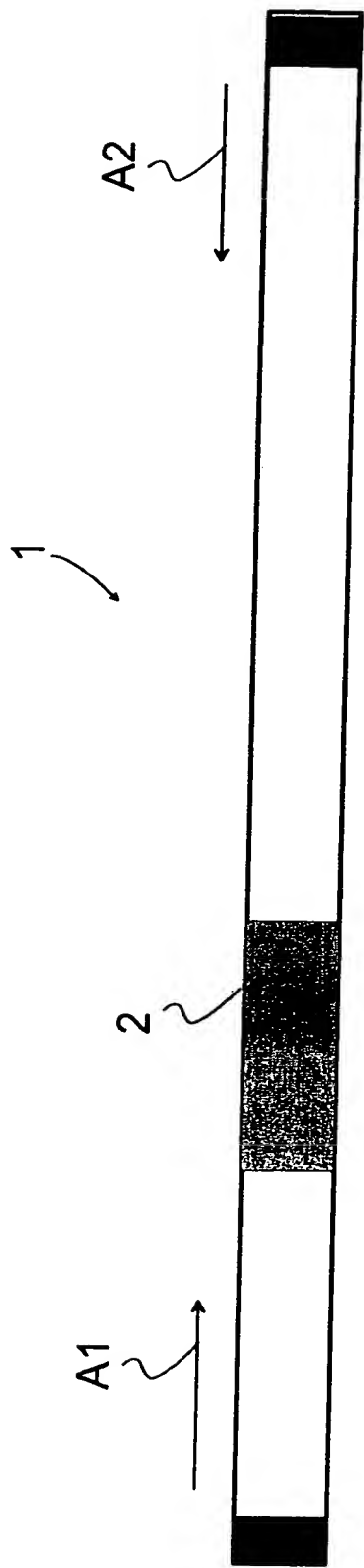


Fig. 1

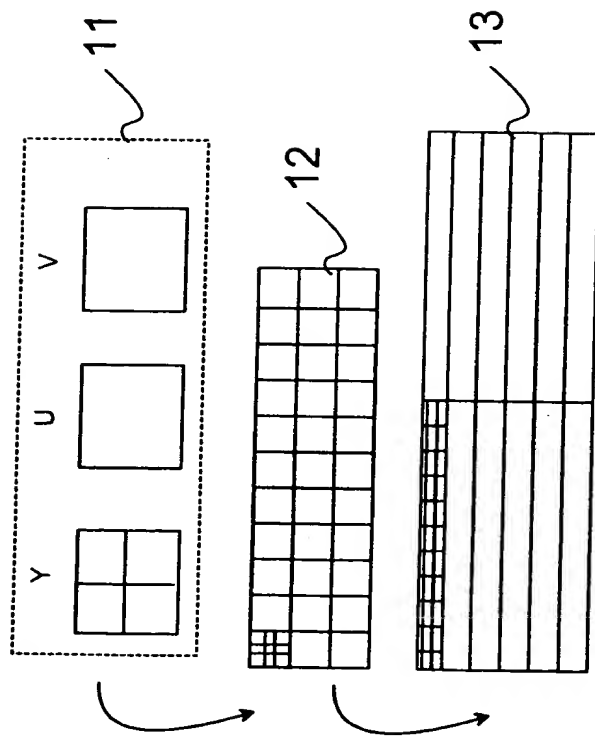


Fig. 3

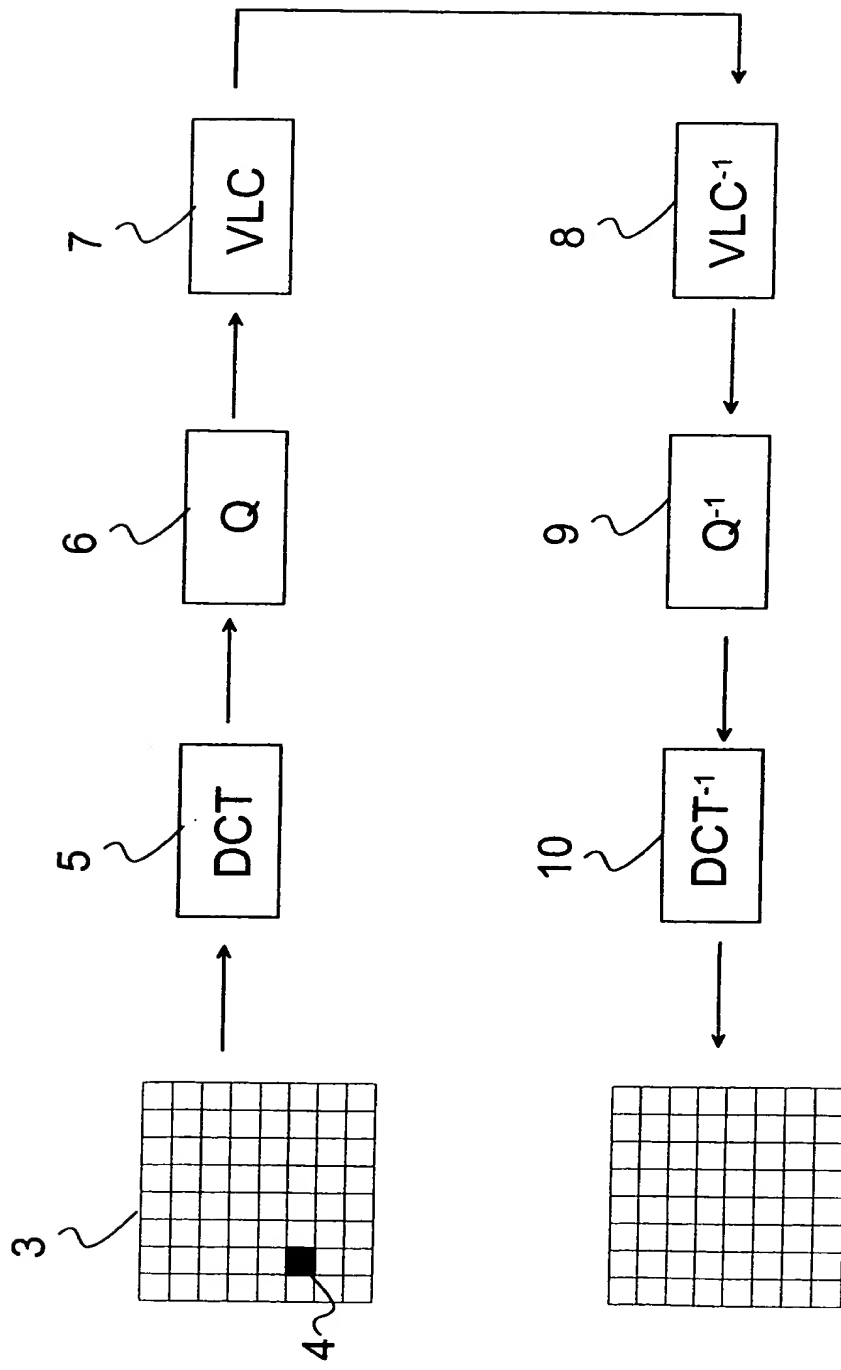


Fig. 2

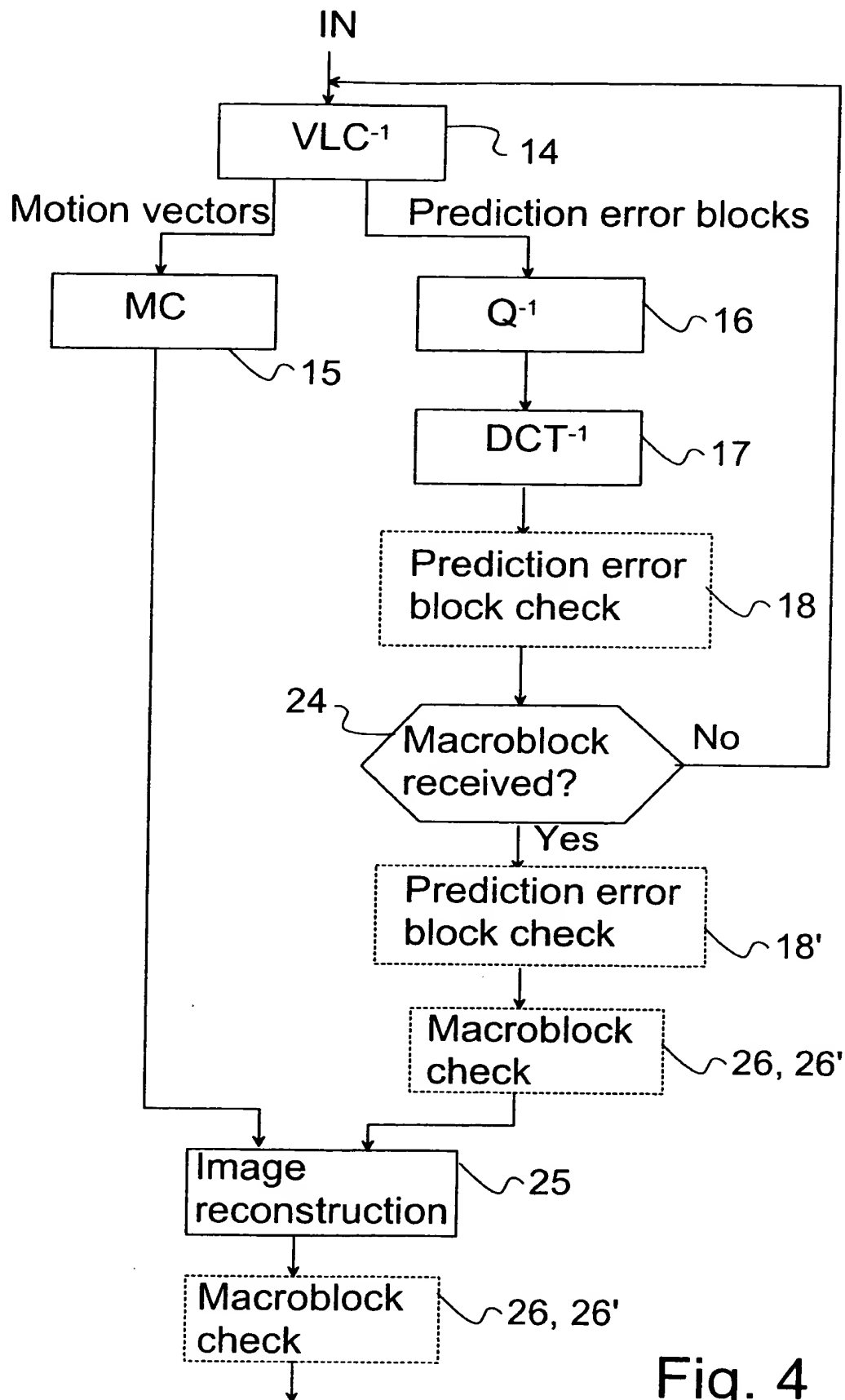
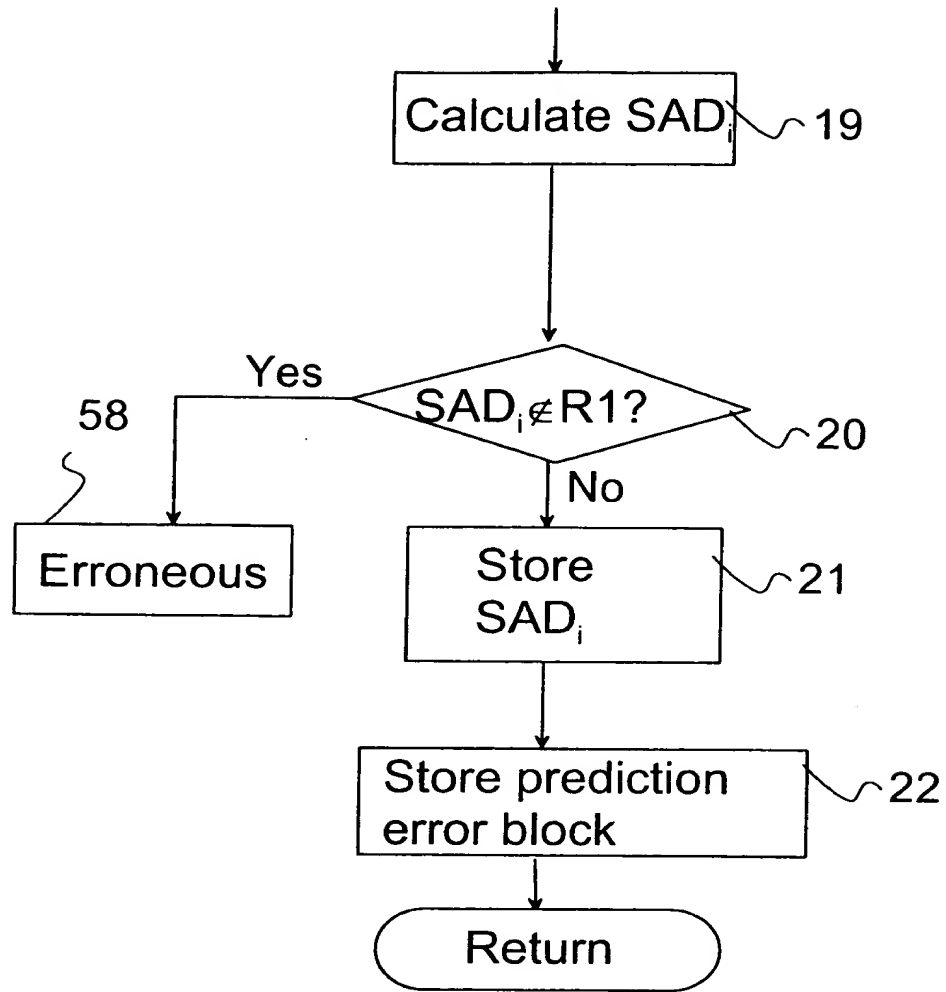


Fig. 4



18, 18'

Fig. 5

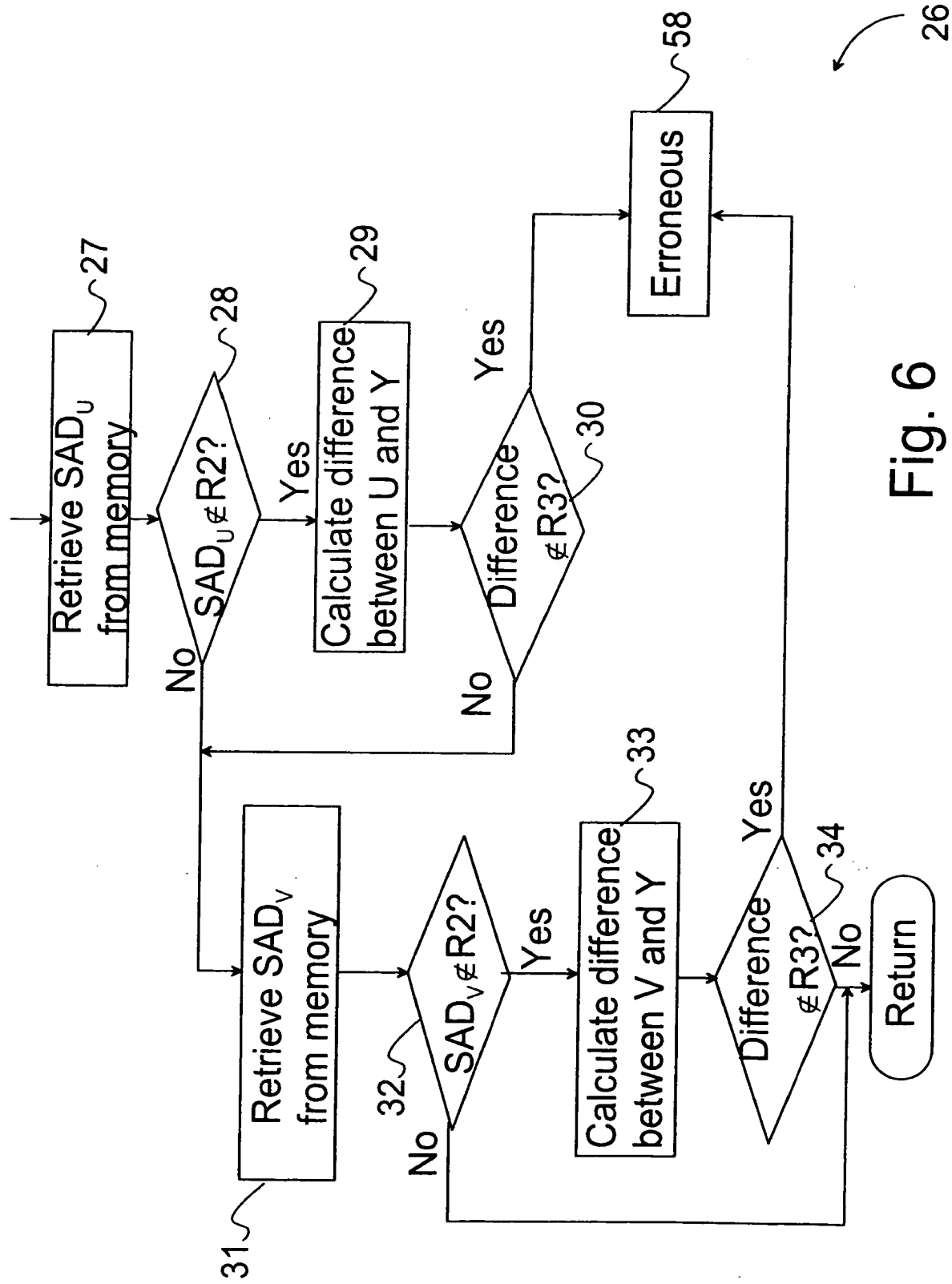


Fig. 6



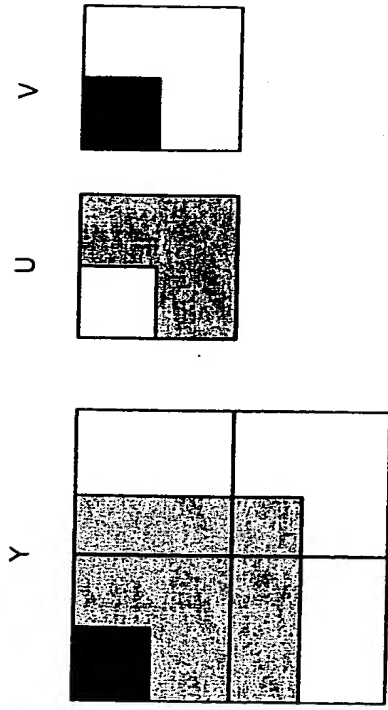


Fig. 7

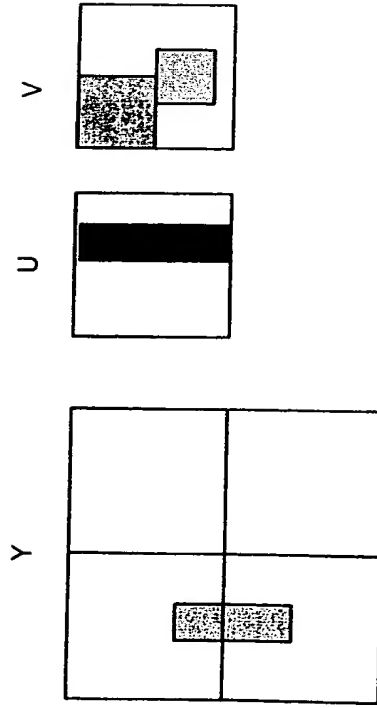


Fig. 8

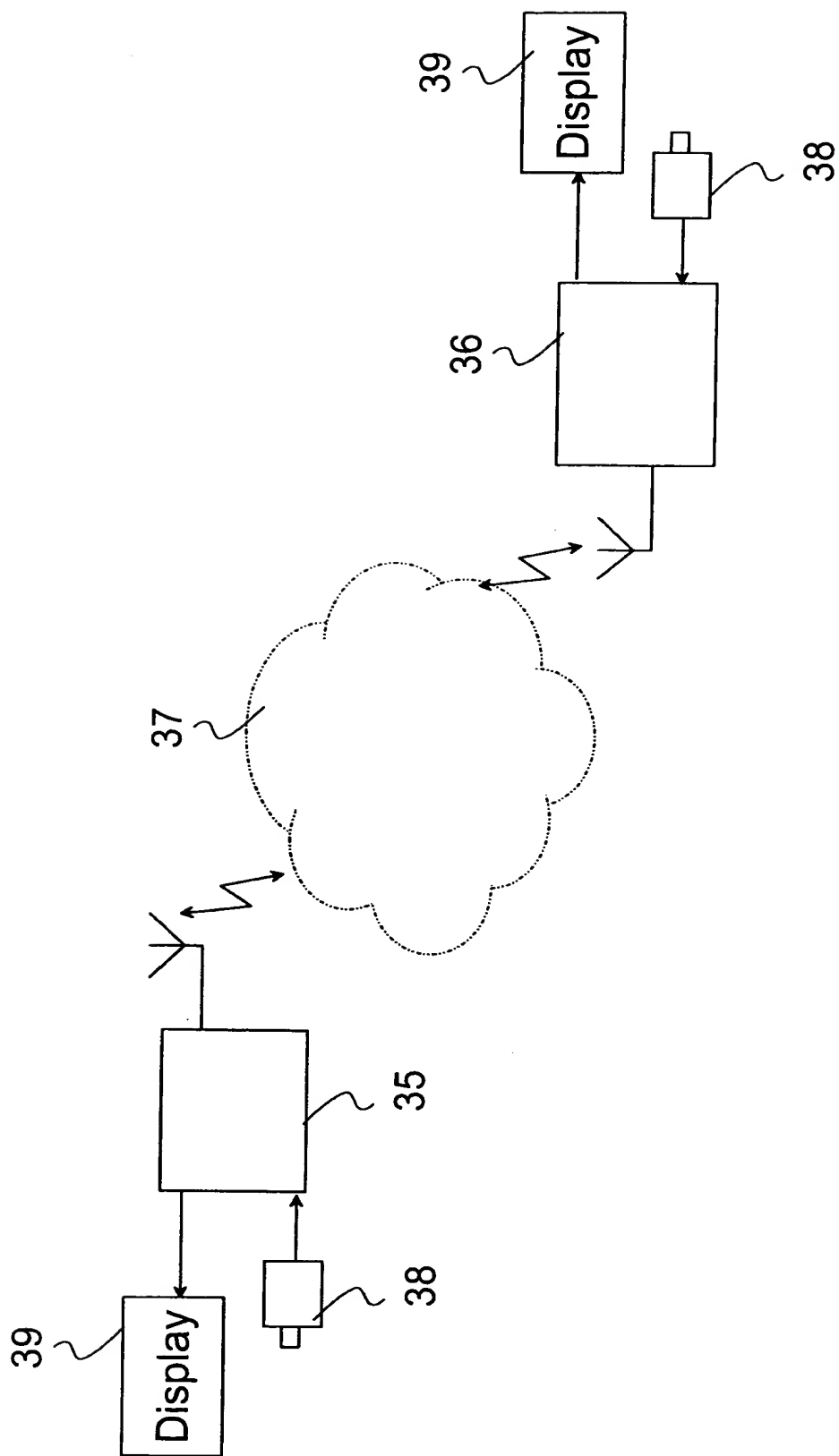


Fig. 9

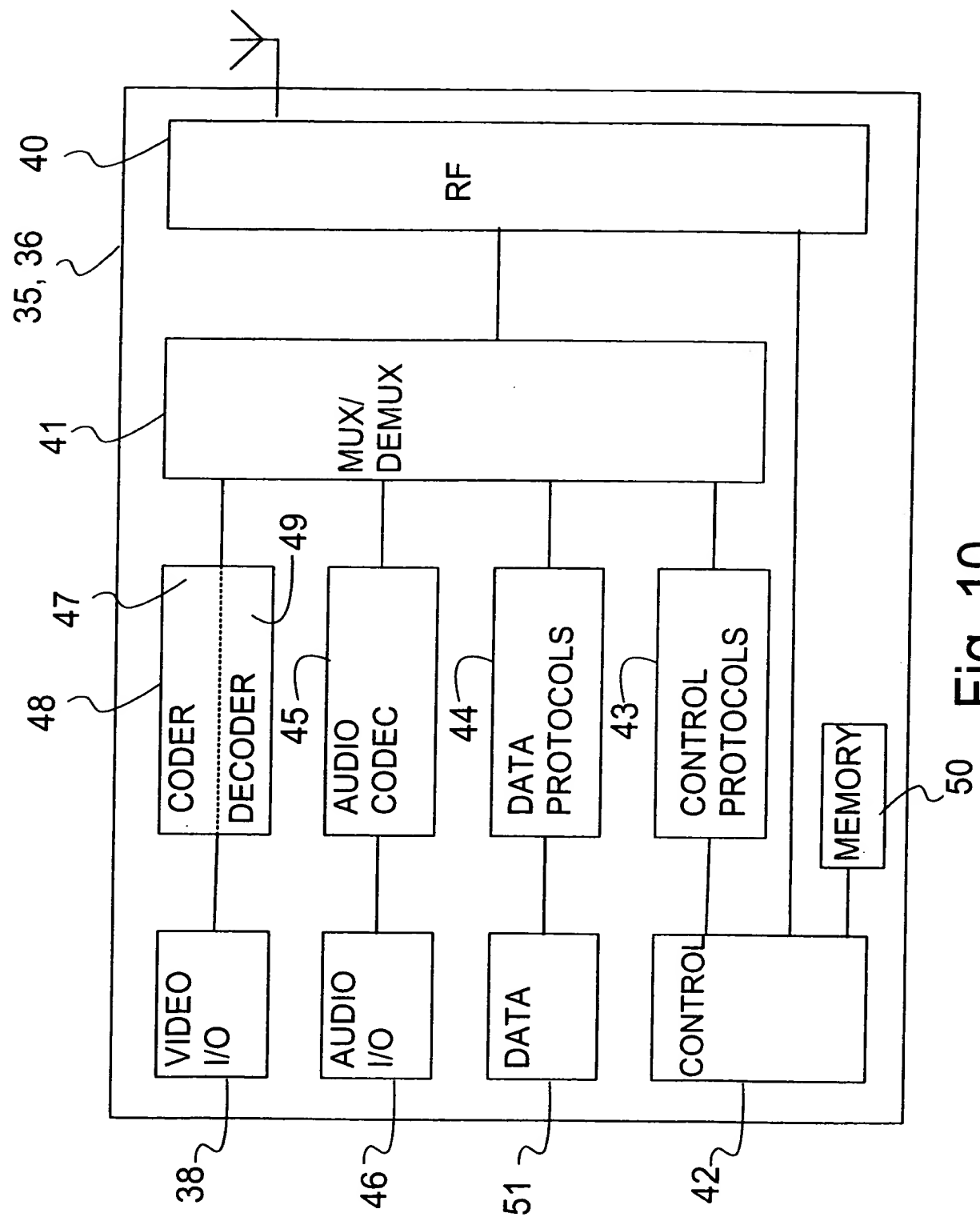


Fig. 10

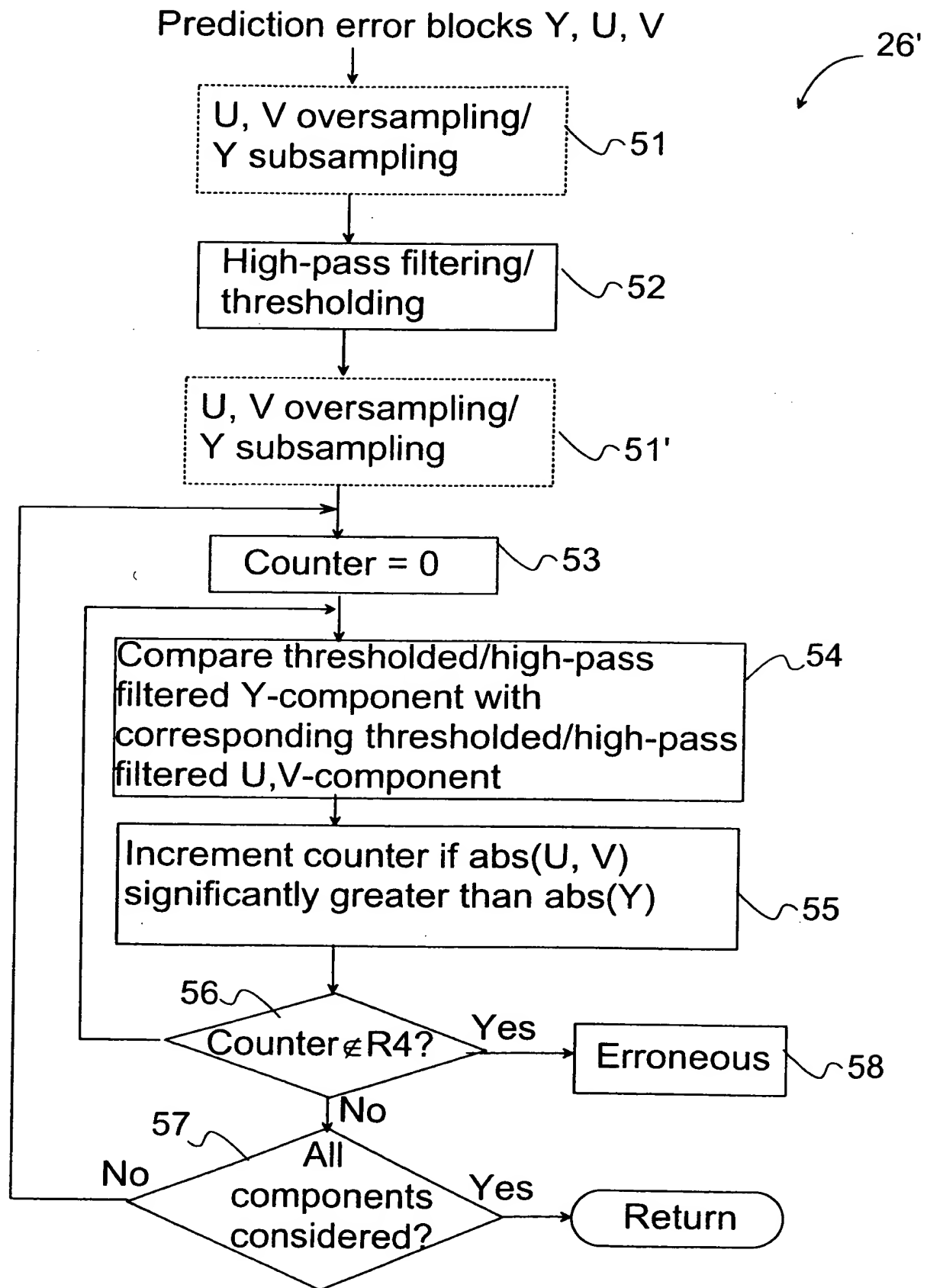


Fig. 11